# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

# DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

*En date du 13 Juillet 1835,*

**PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.**

**TOME SOIXANTE-QUATORZIÈME.**

JANVIER — JUIN 1872.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1872

# ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

## AU 1ER JANVIER 1872.

---

### SCIENCES MATHÉMATIQUES.

#### SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

CHASLES (Michel) (C. ✵).
BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✵).
HERMITE (Charles) (O. ✵).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✵).
BONNET (Pierre-Ossian) ✵.
PUISEUX (Victor-Alexandre) ✵.

#### SECTION II. — *Mécanique.*

DUPIN (Le Baron Pierre-Charles-François) (G. O. ✵).
MORIN (Arthur-Jules) (G. O. ✵).
COMBES (Charles-Pierre-Mathieu) (C. ✵).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✵).
PHILLIPS (Édouard) ✵.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

#### SECTION III. — *Astronomie.*

MATHIEU (Claude-Louis) (C. ✵).
LIOUVILLE (Joseph) (O. ✵).
LAUGIER (Paul-Auguste-Ernest) (O. ✵).
LE VERRIER (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ✵).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (O. ✵).
DELAUNAY (Charles-Eugène) (O. ✵).

#### SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE) (O. ✵).
PARIS (Le Contre-Amiral François-Edmond) (G. O. ✵).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✵).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✵).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✵.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✵.

### Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Becquerel (Antoine-César) (C. ✻).
Babinet (Jacques) ✻.
Duhamel (Jean-Marie-Constant) (C. ✻).
Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) ✻.
Becquerel (Alexandre-Edmond) (O. ✻).
Jamin (Jules-Célestin) (O. ✻).

## SCIENCES PHYSIQUES.

### Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (G. O. ✻).
Regnault (Henri-Victor) (C. ✻).
Balard (Antoine-Jérôme) (C. ✻).
Fremy (Edmond) (O. ✻).
Wurtz (Charles-Adolphe) (C. ✻).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (O. ✻).

### Section VII. — *Minéralogie.*

Delafosse (Gabriel) (O. ✻).
Sainte-Claire Deville (Charles-Joseph) (O. ✻).
Daubrée (Gabriel-Auguste) (C. ✻).
Sainte-Claire Deville (Étienne-Henri) (C. ✻).
Pasteur (Louis) (C. ✻).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) ✻.

### Section VIII. — *Botanique.*

Brongniart (Adolphe-Théodore) (C. ✻).
Tulasne (Louis-René) ✻.
Gay (Claude) ✻.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
Naudin (Charles-Victor) ✻.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien) ✻.

### SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (C. ✻).
DECAISNE (Joseph) (O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (O. ✻).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✻).
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✻).
COSTE (Jean-Jacques-Marie-Cyprien-Victor) (O. ✻).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (O. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) ✻.
ROBIN (Charles-Philippe) ✻.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) ✻.

### SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

ANDRAL (Gabriel) (C. ✻).
BERNARD (Claude) (C. ✻).
CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✻).
NÉLATON (Auguste) (G. O. ✻).
LAUGIER (Stanislas) (O. ✻).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✻).

## SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

ÉLIE DE BEAUMONT (Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce) (G. O. ✻), pour les Sciences Mathématiques.
DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

## ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

SÉGUIER (Le Baron Armand-Pierre) (O. ✻).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✻).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✻).
VAILLANT (Le Maréchal Jean-Baptiste-Philibert) (G. C. ✻).
VERNEUIL (Philippe-Édouard POULLETIER DE) ✻.
PASSY (Antoine-François) (C. ✻).
JAUBERT (Le Comte Hippolyte-François) (O. ✻).
ROULIN (François-Désiré) (O. ✻).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
BELGRAND (Marie-François-Eugène) (C. ✻).

## ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✻), à Londres, *Angleterre*.
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse*.
LIEBIG (Le Baron Justus DE) (C. ✻), à Munich, *Bavière*.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✻), à Göttingue, *Prusse*.
DE LA RIVE (Auguste) ✻, à Genève, *Suisse*.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse*.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

# CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

## SCIENCES MATHÉMATIQUES.

### SECTION I^re. — *Géométrie* (6).

LE BESGUE (Victor-Amédée) ✻, à Bordeaux, *Gironde*.
TCHÉBYCHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg, *Prusse*.
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre*.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse*.
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse*.

### Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Burdin (Claude) (O. ✠), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme*.
Seguin aîné (Marc) (O. ✠), à Montbard, *Côte-d'Or*.
Moseley (Henry), à Londres, *Angleterre*.
Fairbairn (William) ✠, à Manchester, *Angleterre*.
Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière*.
Caligny (Anatole-François Hüe, Marquis de) ✠, à Versailles, *Seine-et-Oise*.

### Section III. — *Astronomie* (16).

Airy (Georges-Biddell) ✠, à Greenwich, *Angleterre*.
Hansen (Peter-Andrea), à Gotha, *Saxe Ducale*.
Santini (Giovanni), à Padoue, *Italie*.
Argelander (Friedrich-Wilhelm-August), à Bonn, *Prusse*.
Hind (John-Russell), à Londres, *Angleterre*.
Peters (C.-A.-F.), à Altona, *Prusse*.
Adams (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre*.
Secchi (Le Père Angelo) (O. ✠), à Rome, *Italie*.
Cayley (Arthur), à Londres, *Angleterre*.
Mac-Lear (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap*.
Struve (Otto-Wilhelm), à Pulkowa, *Russie*.
Plantamour (Émile), à Genève, *Suisse*.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Lütke (L'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (C. ✠), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
Richards (Le Capitaine Georges-Henry), à Londres, *Angleterre*.
Livingstone (David).
Chazallon (Antoine-Marie-Remi), à Desaignes, *Ardèche*.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Hansteen (Christoph), à Christiania, *Norvége.*
Wheatstone (Charles) ✵, à Londres, *Angleterre.*
Plateau (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand, *Belgique.*
Weber (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse.*
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin.*
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Mayer (Jules-Robert de), à Heilbronn, *Bavière.*
Kirchhoff (Gustave-Robert), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Joule (James-Prescott), à Manchester, *Angleterre.*

## SCIENCES PHYSIQUES.

### Section VI. — *Chimie* (9).

Bunsen (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✵), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Malaguti (Faustinus-Jovita-Marianus) (O. ✵), à Rennes, *Ille-et-Vilaine.*
Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Londres, *Angleterre.*
Favre (Pierre-Antoine) ✵, à Marseille, *Bouches-du-Rhône.*
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève, *Suisse.*
Frankland (Edward), à Londres, *Angleterre.*
Dessaignes (Victor), à Vendôme, *Loir-et-Cher.*
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Section VII. — *Minéralogie* (8).

Rose (Gustave), à Berlin, *Prusse.*
Omalius d'Halloy (Jean-Baptiste-Julien d'), à Halloy, près de Ciney, *Belgique.*
Sedgwick (Adam), à Cambridge, *Angleterre.*
Lyell (Sir Charles), à Londres, *Angleterre.*
Damour (Augustin-Alexis) (O. ✵), à Villemoisson, *Seine-et-Oise.*
Naumann (Carl-Friedrich), à Leipzig, *Saxe.*
Miller (William Hallowes), à Cambridge, *Angleterre.*
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

MOHL (Hugo), à Tubingue, *Wurtemberg.*
LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✻, à Lille, *Nord.*
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève, *Suisse.*
SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✻, à Strasbourg, *Bas-Rhin.*
THURET (Gustave-Adolphe), à Antibes, *Var.*
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse.*
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre.*
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin, *Prusse.*
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme,*
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✻), à Lille, *Nord.*
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen, *Calvados.*
CHEVANDIER DE VALDRÔME (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✻.) à Cirey-les-Forges, *Meurthe.*
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorcheboeuf, *Seine-Inférieure.*
MARTINS (Charles-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
VIBRAYE (Le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT DE), à Cheverny, *Loir-et-Cher.*
VERGNETTE-LAMOTTE (Le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), à Beaune, *Côte-d'Or.*
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan, *Italie.*

### SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

AGASSIZ (Louis) (O. ✻), à Cambridge, *États-Unis.*
POUCHET (Félix-Archimède) (O. ✻), à Rouen, *Seine-Inférieure.*
DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
GERVAIS (François-Louis-Paul) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique.*
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière.*
PICTET (François-Jules), à Genève, *Suisse.*
BRANDT, à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✻), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
VIRCHOW (Rodolphe DE), à Berlin, *Prusse*.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
EHRMANN (Charles-Henri) (O. ✻), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
GINTRAC (Élie) (O. ✻), à Bordeaux, *Gironde*.
ROKITANSKI, à Vienne, *Autriche*.
LEBERT (Hermann) (O. ✻), à Breslau, *Silésie*.
N. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

---

*Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.*

CHASLES,
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

---

*Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.*

BECQUEREL.

---

*Changements survenus dans le cours de l'année 1871.*

(*Voir* à la page 15 de ce volume.)

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 JANVIER 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

## RENOUVELLEMENT ANNUEL
### DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être choisi, cette année, dans les Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

| | |
|---|---|
| M. de Quatrefages obtient. . . . | 46 suffrages. |
| M. Balard. . . . . . . . . . . . . | 11 » |
| M. Chevreul . . . . . . . . . . . | 1 » |
| M. Milne Edwards. . . . . . . . | 1 » |

M. de Quatrefarges, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1872.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

| | |
|---|---|
| M. Chasles obtient. . . . . . . | 48 suffrages. |
| M. Decaisne. . . . . . . . . . . | 47 » |
| M. Brongniart . . . . . . . . . | 1 » |
| M. Chevreul. . . . . . . . . . . | 1 » |
| M. Mathieu . . . . . . . . . . . | 1 » |

MM. Chasles et Decaisne, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont déclarés élus.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

En l'absence de **M. Coste**, Président de l'Académie, **M. Faye**, Vice-Président, donne à cet égard les renseignements suivants, après avoir donné lecture de la Lettre suivante, qu'il a reçue de M. Coste :

« Merci de vos bons offices et de votre affectueuse sympathie. Ma santé générale est rétablie; mais il me reste encore quelques retours de souffrances de mes yeux, qui vont diminuant de jour en jour, et j'espère bien que le premier mois de l'année ne se passera pas sans que j'aille prendre place parmi mes chers Confrères. »

## *État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1872.*

*Volumes publiés.*

« *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXIX (2e semestre 1869), le tome LXX (1er semestre 1870), le tome LXXI (2e semestre 1870) ont été mis en distribution avec leur Table.

» Les numéros ont paru chaque semaine avec la régularité habituelle.

*Volumes en cours de publication.*

» *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVIII a vingt-quatre feuilles tirées. Le Mémoire de M. Phillips sur l'équilibre des corps solides élastiques semblables est renfermé dans les feuilles 1 à 3.

» Celui de M. le général Morin, sur l'insalubrité des poêles en fonte occupe les feuilles 4 à 11.

» Les feuilles 12 et 13 sont réservées au Mémoire de M. Phillips sur le mouvement des corps solides élastiques semblables.

» Les feuilles 14 à 24 contiennent différents Mémoires de M. Becquerel.

» L'imprimerie a encore en copie environ quinze feuilles du même auteur.

» Ces travaux seront suivis du Mémoire de M. Serret sur le principe de la moindre action. Ce Mémoire, qui formera cinq feuilles, est entièrement composé.

» Le tome XXXIX, réservé au Mémoire de M. Chevreul sur la laine et le suint, a treize feuilles tirées.

» L'imprimerie n'a plus de copie.

» *Mémoires des Savants étrangers.* — Le tome XX de ce Recueil a cinquante-huit feuilles tirées.

» Les feuilles 1 à 10 renferment le Mémoire de M. Mannheim sur le déplacement d'une figure de forme invariable.

» Le Mémoire de M. Tresca sur l'écoulement des solides est contenu dans les feuilles 11 à 23.

» Celui de M. le général Didion, sur le tracé des roues hydrauliques à aubes courbes de M. le général Poncelet, est représenté par les feuilles 24 à 35.

» Viennent ensuite : la feuille 36, réservée au complément du Mémoire de M. Tresca sur l'écoulement des corps solides, les feuilles 37 à 58 qui contiennent le Mémoire de M. Dausse sur les inondations. Ce Mémoire sera terminé par le tirage des feuilles 59 à 63. Les planches qui l'accompagnent sont gravées. La fin du Mémoire est en pages.

» Les feuilles 64 à 77 renferment le Mémoire de M. Boussinesq sur la théorie des ondes liquides périodiques. L'imprimerie en a les bons à tirer.

» Enfin le volume se termine par le travail de M. Tresca sur le poinçonnage. Les feuilles 79 à 98 sont en bon à tirer; les feuilles 99 à 104 vont suivre rapidement.

» Les six planches qui accompagnent ce Mémoire sont au tirage.

» Le tome XXI a trente-trois feuilles tirées.

» Ces trente-trois feuilles renferment le travail de M. Van Tieghem sur la structure du pistil et du fruit.

» Le Mémoire de M. Puiseux sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune, qui doit suivre, est en pages pour une partie. Il reste à l'imprimerie quarante feuillets de manuscrit qui formeront environ sept feuilles.

» L'imprimerie a en mains les manuscrits de M. Graeff sur la théorie du mouvement des eaux et celui de M. Bouquet sur les intégrales elliptiques.

» Le Mémoire de M. Graeff formera environ vingt-deux feuilles, celui de M. Bouquet deux feuilles.

## *Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1871.*

### *Membres décédés.*

» *Section de Mécanique :* M. le général **Piobert**, le 9 juin.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Longet**, le 20 avril.

» *Section d'Économie rurale :* M. **Payen**, le 12 mai.

» *Associés étrangers :* M. J. **Herschel**, le 11 mai; M. R.-I. **Murchison**, le 22 octobre.

### *Membres élus.*

» *Section de Géométrie :* M. **Puiseux**, le 10 juillet, en remplacement de M. **Lamé**, décédé.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **de Lacaze-Duthiers**, le 31 juillet, en remplacement de M. **Longet**, décédé.

» *Académiciens libres :* M. **Belgrand**, le 28 août, en remplacement de M. A. **Duméril**, décédé.

## *Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1871.*

### *Correspondants décédés.*

» *Section de Minéralogie :* M. **Haidinger**, à Vienne, le 19 mars.

» *Section de Botanique :* M. **Lecoq**, à Clermont-Ferrand, le 4 août.

### *Membres à remplacer.*

» *Section de Mécanique :* M. **Piobert**, décédé le 9 juin.

» *Section d'Économie rurale :* M. **Payen**, décédé le 12 mai.

» *Associés étrangers :* M. J. **Herschel**, décédé le 11 mai; M. **Murchison**, décédé le 22 octobre.

### *Correspondants à remplacer.*

» *Section d'Astronomie :* M. **Encke**, à Berlin, décédé le 26 août 1865; M. l'Amiral **Smyth**, à Londres, décédé le 9 septembre 1865; M. **Petit**, à Toulouse, décédé le 27 novembre 1865; M. **Valz**, à Marseille, décédé le 22 février 1867.

» *Section de Géographie et Navigation* : M. **d'Abbadie**, élu Membre de l'Académie le 22 avril 1867; M. **de Demidoff**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 29 avril 1870; M. **de Wrangel**, à Saint-Pétersbourg, décédé le... 1870.

» *Section de Chimie* : M. **Bérard**, à Montpellier, décédé le 10 juin 1869; M. T. **Graham**, à Londres, décédé le 16 septembre 1869.

» *Section de Minéralogie* : M. **Haidinger**, à Vienne, décédé le 19 mars 1871.

» *Section de Botanique* : M. **Lecoq**, à Clermont-Ferrand, décédé le 4 août 1871.

» *Section d'Anatomie et Zoologie* : M. **Quoy**, à Brest, décédé le 4 juillet 1869; M. **Purkinje**, à Prague, décédé le 28 juillet 1869.

» *Section de Médecine et Chirurgie* : M. **Guyon**, à Alger, décédé le 23 août 1870

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Mathieu** présente à l'Académie, de la part du Bureau des Longitudes, l'*Annuaire* de l'année 1872.

### MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur les mouvements du périgée et du nœud de la Lune; par* M. **Delaunay**.

« Le mouvement direct du périgée de la Lune et le mouvement rétrograde du nœud ascendant de son orbite sont dus à l'action du Soleil sur notre satellite. La théorie nous permet de déterminer ces deux mouvements. On sait que le premier calcul qui en a été fait a conduit à un résultat singulier : les vitesses de ces deux mouvements ont été trouvées exactement les mêmes, tandis que, d'après l'observation, la vitesse du premier est au moins double de celle du second. On commençait même, en raison de cette circonstance, à concevoir des doutes sérieux sur la complète exactitude de la loi d'attraction de Newton, lorsque des calculs ultérieurs ont montré qu'il n'y avait là qu'une question d'approximation. L'égalité de vitesse des deux mouvements, résultant des premiers termes calculés, était

loin de se maintenir lorsqu'on poussait l'approximation plus loin qu'on ne l'avait fait tout d'abord; et la différence qui se manifestait ainsi, après les premiers calculs, concordait très-bien avec celle que les observations avaient fait connaître.

» Le grand développement que l'on a été conduit successivement à donner au calcul des inégalités lunaires, a permis de compléter ces premières recherches sur les mouvements du périgée et du nœud de la Lune. Mais, quoi que l'on ait pu faire jusqu'à présent, le résultat auquel on parvient n'est pas d'une exactitude suffisante pour les besoins de la construction des Tables de la Lune. On comprend en effet, que les moyens mouvements du périgée et du nœud devant être multipliés par le temps pour fournir les positions de ces deux points de l'orbite de la Lune à une époque quelconque, l'erreur commise sur la valeur de chacun d'eux se trouve aussi multipliée par ce facteur. L'altération qui en résulte, pour la position du périgée et du nœud, ne pourrait donc rester dans les étroites limites que comporte l'exactitude des observations, qu'à la condition que les moyens mouvements dont il s'agit fussent connus avec une précision extrême, de beaucoup supérieure à celle dont on a besoin pour les coefficients des diverses inégalités périodiques. Aussi, tandis que la théorie nous permet de déterminer toutes les inégalités périodiques de la Lune, sans aucune exception, avec tout le degré de précision dont on a besoin, sommes nous encore forcés de recourir à la discussion des observations pour obtenir avec la précision requise les valeurs des moyens mouvements du périgée et du nœud. C'est un reste d'empirisme que nous sommes obligés de conserver encore dans la théorie de la Lune, jusqu'à ce que, par quelque nouveau procédé spécialement adapté à ce point particulier, on soit parvenu à y porter l'approximation à un degré suffisant.

» Quoi qu'il en soit, il y a un grand intérêt à voir comment les valeurs théoriques des moyens mouvements du périgée et du nœud de la Lune concordent de plus en plus avec celles que fournissent les observations, à mesure que l'approximation du calcul est poussée plus loin. C'est ce qui ressort nettement des formules auxquelles je suis parvenu.

» J'ai donné, à la fin du chapitre VI de ma *Théorie du mouvement de la Lune* (t. II, p. 237 et 238), les valeurs finales de $\frac{dl}{dt}$, $\frac{dg}{dt}$, $\frac{dh}{dt}$. Les séries qui entrent dans ces expressions s'y trouvent calculées jusqu'aux quantités du septième ordre inclusivement. Or $h$ est la longitude du nœud ascendant de la Lune, et $g+h$ est celle de son périgée. Les recherches supplémen-

taires que j'ai effectuées ensuite, et qui sont développées dans le chapitre X, m'ont permis de pousser l'approximation jusqu'aux termes les plus importants du neuvième ordre dans la valeur de $\frac{d(h+g)}{dt}$. En effectuant, dans les expressions de $\frac{dh}{dt}$ (moyen mouvement du nœud) et de $\frac{d(h+g)}{dt}$ (moyen mouvement du périgée), le changement de constantes qui est expliqué au chapitre XI, p. 800, je suis arrivé aux formules suivantes (*) :

$$\begin{aligned}\frac{dh}{dt} = -n\Big[ & \left(\frac{3}{4} - \frac{3}{2}\gamma^2 + \frac{3}{2}e^2 + \frac{9}{8}e'^2 + \frac{51}{8}\gamma^2 e^2 - \frac{9}{4}\gamma^2 e'^2 - \frac{21}{64}e^4 + \frac{9}{4}e^2 e'^2 + \frac{45}{32}e'^4\right) m^2 \\ & - \left(\frac{9}{32} - \frac{27}{16}\gamma^2 - \frac{189}{32}e^2 + \frac{23}{32}e'^2 + \frac{27}{16}\gamma^4 + \frac{567}{16}\gamma^2 e^2 - \frac{99}{16}\gamma^2 e'^2 - \frac{675}{256}e^4 - \frac{349}{16}e^2 e'^2\right) m^3 \\ & - \left(\frac{273}{128} - \frac{843}{128}\gamma^2 - \frac{2739}{128}e^2 + \frac{3261}{256}e'^2\right) m^4 \\ & - \left(\frac{9797}{2048} - \frac{7185}{1024}\gamma^2 - \frac{165411}{2048}e^2 + \frac{73423}{1024}e'^2\right) m^5 \\ & - \frac{199273}{24576}m^6 - \frac{6657733}{589824}m^7 + \left(\frac{45}{32}m^2 + \frac{1935}{512}m^3\right)\frac{a^2}{a'^2}\Big].\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{d(h+g)}{dt} = n\Big[ & \left(\frac{3}{4} - 6\gamma^2 - \frac{3}{8}e^2 + \frac{9}{8}e'^2 - \frac{45}{4}\gamma^4 + \frac{69}{8}\gamma^2 e^2 - 9\gamma^2 e'^2 - \frac{3}{32}e^4 - \frac{9}{16}e^2 e'^2 + \frac{45}{32}e'^4\right) m^2 \\ & + \left(\frac{225}{32} - \frac{189}{8}\gamma^2 - \frac{675}{64}e^2 + \frac{825}{32}e'^2 + \frac{1107}{16}\gamma^4 + \frac{81}{32}\gamma^2 e^2 - \frac{349}{4}\gamma^2 e'^2 - \frac{2475}{64}e^2 e'^2\right) m^3 \\ & + \left(\frac{4071}{128} - \frac{3963}{32}\gamma^2 - \frac{31605}{512}e^2 + \frac{61179}{256}e'^2\right) m^4 \\ & + \left(\frac{265493}{2048} - \frac{335403}{512}\gamma^2 - \frac{1483665}{4096}e^2 + \frac{1767849}{1024}e'^2\right) m^5 \\ & + \left(\frac{12822631}{24576} - \frac{25291729}{16384}e^2\right) m^6 + \left(\frac{1273925965}{589824} + \frac{352038885}{1179648}e^2\right) m^7 \\ & + \frac{7102868585589}{7077888}m^8 + \frac{321458827077741}{679477248}m^9 + \left(\frac{45}{32}m^2 + \frac{7425}{512}m^3\right)\frac{a^2}{a'^2}\Big].\end{aligned}$$

» Réduisons en nombres les divers termes de ces deux formules, en prenant pour $n$ le moyen mouvement diurne de la Lune, c'est-à-dire 47435″,0286, et attribuant aux autres lettres les valeurs indiquées au chapitre XI. Nous aurons ainsi les résultats suivants :

(*) M. Cayley a fait subir la même transformation à mes formules du chapitre VI, et en publié les résultats dans les *Monthly Notices* de la Société Astronomique de Londres (cahier de novembre 1871). Ces résultats, qui s'arrêtent aux termes du septième ordre, concordent complétement avec ceux que je donne ici.

*Moyen mouvement diurne du nœud.*

| Termes en | | Termes en | | Termes en | |
|---|---|---|---|---|---|
| $m$ ........ | $-199'',0577$ | $e^2 m^3$ ....... | $-0'',3534$ | $m^5$ ......... | $+0'',5314$ |
| $\gamma^2 m^2$ ..... | $+0,8021$ | $e'^2 m^3$ ....... | $+0,0040$ | $\gamma^2 m^5$ ....... | $-0,0016$ |
| $e^2 m^2$ ...... | $-1,1999$ | $\gamma^4 m^3$ ....... | $+0,0001$ | $e^2 m^5$ ....... | $-0,0270$ |
| $e'^2 m^2$ ...... | $-0,0840$ | $\gamma^2 e^2 m^3$ ..... | $+0,0043$ | $e'^2 m^5$ ....... | $+0,0022$ |
| $\gamma^2 e^2 m^2$ ..... | $-0,0103$ | $\gamma^2 e'^2 m^3$ ..... | $-0,0001$ | $m^6$ ......... | $+0,0674$ |
| $\gamma^2 e'^2 m^2$ .... | $+0,0003$ | $e^4 m^3$ ....... | $-0,0005$ | $m^7$ ......... | $+0,0070$ |
| $e^4 m^2$ ...... | $+0,0008$ | $e^2 e'^2 m^3$ ..... | $-0,0004$ | $m^2 \frac{a^2}{a'^2}$ ...... | $-0,0024$ |
| $e^2 e'^2 m^2$ .... | $-0,0005$ | $m^4$ ......... | $+3,1673$ | $m^3 \frac{a^2}{a'^2}$ ...... | $-0,0005$ |
| $e'^4 m^2$ ...... | $-0,0000$ | $\gamma^2 m^4$ ....... | $-0,0197$ | | |
| $m^3$ ........ | $+5,5837$ | $e^2 m^4$ ....... | $-0,0958$ | | |
| $\gamma^2 m^3$ ...... | $-0,0675$ | $e'^2 m^4$ ....... | $+0,0053$ | | |

*Moyen mouvement diurne du périgée.*

| Termes en | | Termes en | | Termes en | |
|---|---|---|---|---|---|
| $m^2$ ........ | $+199'',0577$ | $e^2 m^3$ ....... | $-0'',6311$ | $e^2 m^5$ ....... | $-0'',1213$ |
| $\gamma^2 m^2$ ...... | $-3,2085$ | $e'^2 m^3$ ....... | $+0,1440$ | $e'^2 m^5$ ....... | $+0,0539$ |
| $e^2 m^2$ ...... | $-0,3000$ | $\gamma^4 m^3$ ....... | $+0,0056$ | $m^6$ ......... | $+4,3353$ |
| $e'^2 m^2$ ...... | $+0,0840$ | $\gamma^2 e^2 m^3$ ..... | $+0,0003$ | $e^2 m^6$ ....... | $-0,0387$ |
| $\gamma^4 m^2$ ...... | $-0,0121$ | $\gamma^2 e'^2 m^3$ ..... | $-0,0010$ | $m^7$ ......... | $+1,3424$ |
| $\gamma^2 e^2 m^2$ .... | $+0,0139$ | $e^2 e'^2 m^3$ ..... | $-0,0006$ | $e^2 m^7$ ....... | $+0,0006$ |
| $\gamma^2 e'^2 m^2$ .... | $-0,0013$ | $m^4$ ......... | $+47,2310$ | $m^8$ ......... | $+0,4666$ |
| $e^4 m^2$ ...... | $-0,0002$ | $\gamma^2 m^4$ ....... | $-0,3705$ | $m^9$ ......... | $+0,1645$ |
| $e^2 e'^2 m^2$ .... | $-0,0001$ | $e^2 m^4$ ....... | $-0,2763$ | $m^2 \frac{a^2}{a'^2}$ ...... | $+0,0024$ |
| $e'^4 m^2$ ...... | $+0,0000$ | $e'^2 m^4$ ....... | $+0,0998$ | $m^3 \frac{a^2}{a'^2}$ ...... | $+0,0019$ |
| $m^3$ ........ | $+139,5917$ | $m^5$ ......... | $+14,4002$ | | |
| $\gamma^2 m^3$ ...... | $-0,9450$ | $\gamma^2 m^5$ ....... | $-0,1466$ | | |

» En additionnant les valeurs des différents termes, on trouve,

pour le moyen mouvement diurne du nœud.......... $-190'',7454$
» » du périgée......... $+400'',9425$

» Ces résultats diffèrent à peine des nombres

$$-190'',633, \quad +401'',058,$$

que fournissent, pour ces deux moyens mouvements, les nombreuses observations de la Lune discutées par M. Airy. D'ailleurs, si l'on considère seulement les termes qui ne renferment que les puissances de $m$, termes qui constituent la partie la plus importante de chacune des deux séries ci-dessus, et qui, dans leur succession, manifestent un degré de conver-

gence très-prononcé, il est aisé de voir que la suite de ces termes, continuée par induction au delà du dernier d'entre eux, tend à faire disparaître les légères différences qui restent encore entre ces nombres. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes relatifs aux axes harmoniques des courbes géométriques; par* M. CHASLES.

CHAPITRE VII.

» On considère deux courbes unicursales $U_{m'}$, $U_{m''}$, donnant lieu à des axes harmoniques d'une ou de deux courbes $U_m$, $U_{m_1}$.

» 161. *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points* $\alpha$ *; les droites menées des points* $\alpha'$ *aux pôles de la tangente en* a′, *relatifs à* $U_m$, *enveloppent une courbe de la classe* $2mm''(m'-1)(m-1)$.

» 162. *La tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *coupe* $U_{m''}$ *en* m″ *points* $\alpha$; *les droites menées du point* a′ *aux points* $\alpha'$ *rencontrent l'axe harmonique du point* a *sur une courbe de l'ordre* $m''(mm'+2m'-2)$.

» 163. *Par chaque point* a *de* $U_{m'}$ *on mène un axe harmonique (relatif à* $U_m$*) satisfaisant à cette double condition, que cet axe et la droite menée du point* a′ *à son pôle rencontrent* $U_{m''}$ *en deux points correspondants, tels que* $\alpha$ *et* $\alpha'$ :

» 1° *Ces axes harmoniques* a$\alpha$ *enveloppent une courbe de la classe* $m'm''(m-1)(2m-1)$;

» 2° *Les droites* a′$\alpha'$ *sur lesquelles se trouvent leurs pôles enveloppent une courbe de la classe* $m'm''(m^2-1)$;

» 3° *Le lieu du point de concours des deux droites* a$\alpha$, a′$\alpha'$ *est une courbe de l'ordre* $3mm'm''(m-1)$.

» 164. *De chaque point* $\alpha$ *de* $U_{m''}$ *on mène une tangente à* $U_{m'}$, *dont le point de contact est* a; *l'axe harmonique du point* a′, *relatif à* $U_m$, *rencontre l'axe harmonique du point* $\alpha'$, *relatif à* $U_{m_1}$, *sur une courbe de l'ordre* $m''[2(m'-1)m_1+m'm-3m'+2]$.

» 165. *De chaque point* $\alpha$ *de* $U_{m''}$ *on mène les tangentes de* $U_{m'}$, *et l'on prend les axes harmoniques des points de contact, relatifs à* $U_m$; *puis, du point* $\alpha'$ *on mène des droites aux pôles de la tangente en* a′, *relatifs à* $U_{m_1}$, *ces droites rencontrent les axes harmoniques sur une courbe de l'ordre*

$$m''(m_1-1)[2(m'-1)m_1+m'(m-1)(m_1-1)].$$

» OBSERVATION. — Au lieu de considérer sur chacune des deux courbes unicursales $U_{m'}$, $U_{m''}$ deux séries de points correspondants, indépendantes entre elles, comme nous venons de le faire, on peut ne prendre sur chaque

courbe qu'une seule série de points, qui alors se correspondent; ou bien, prendre deux séries sur une courbe, et une seule série sur l'autre, les points de cette série devant correspondre aux couples de points des deux autres séries; ou bien encore trois séries de points correspondants sur trois courbes différentes.

» Voici quelques exemples de ces diverses conditions.

» **166.** *Si l'on a deux séries de points* a *et* a', *qui se correspondent anharmoniquement, les premiers sur* $U_{m'}$, *et les seconds sur* $U_{m''}$, *les droites menées des pôles de la tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$, *au point* a' *de* $U_{m''}$, *enveloppent une courbe de la classe* $(m-1)[m''(m-1)+2(m'-1)]$.

» **167.** *Si l'on mène de chaque point* a *de* $U_{m'}$ *les tangentes d'une courbe* $U_{m'''}$, *et du point correspondant* a' *de* $U_{m''}$ *des droites aux pôles de ces tangentes, ces droites enveloppent une courbe de la classe* $n'''(m-1)[m'+m''(m-1)]$.

» **168.** *On a sur* $U_{m'}$ *deux séries de points* a, a' *qui se correspondent anharmoniquement, et sur* $U_{m''}$ *une troisième série de points* a'' *qui correspondent aux premiers; des pôles de la tangente en chaque point* a *de* $U_{m'}$ *(relatifs à* $U_m$*), on mène des droites au point* a'' *de* $U_{m''}$ *: ces droites rencontrent les axes harmoniques des points* a' *de* $U_{m''}$ *(relatifs à* $U_{m_1}$*) sur une courbe de l'ordre*

$$(m-1)^2[m'(m_1-1)+m'']+2(m-1)(m'-1).$$

» **169.** *On a sur trois courbes* $U_{m'}$, $U_{m''}$, $U_{m'''}$ *trois séries de points correspondants* a, a', a''*; par les pôles des droites* aa', *relatifs à* $U_m$, *on mène des perpendiculaires sur les axes harmoniques des points* a'', *relatifs à* $U_{m_1}$ *:*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe*

$$(m-1)[m'''(m_1-1)(m-1)+m'+m''];$$

» 2° *Leurs pieds sur les axes harmoniques sont sur une courbe de l'ordre*

$$(m-1)[2m'''(m_1-1)(m-1)+m'+m''].$$

» **170.** *Si l'on a sur trois courbes* $U_{m'}$, $U_{m''}$, $U_{m'''}$ *trois séries de points* a, a', a'' *qui se correspondent harmoniquement, il existe*

$$m'(m-1)+m''(m_1-1)+m'''(m_2-1)$$

*systèmes de trois points correspondants dont les axes harmoniques relatifs à trois courbes respectives* $U_m$, $U_{m_1}$, $U_{m_2}$ *passent par un même point.*

» **171.** *Si deux séries de points* a, a' *se correspondent harmoniquement sur deux courbes* $U_{m'}$, $U_{m''}$, *et que deux séries de points* a, a' *se correspondent sur une troisième courbe* $U_{m'''}$, *il existe* $m'''[m'(m-1)+m''(m_1-1)]$ *couples de points* a, a' *dont les axes harmoniques relatifs à* $U_m$ *et* $U_{m_1}$, *respectivement, passent par deux points correspondants* $\alpha$, $\alpha'$ *de* $U_{m'''}$.

» **172.** *Deux séries de points* $a$, $a'$ *se correspondent sur* $U_{m'}$ *et* $U_{m''}$, *et deux séries* $\alpha$, $\alpha'$ *sur* $U_{m'''}$; *par les pôles de la tangente en* $a$, *relatifs à* $U_m$, *on mène des droites aux points* $\alpha$ *qui correspondent aux points* $\alpha'$ *dans lesquels l'axe harmonique de* $a'$, *relatif à* $U_{m_1}$, *coupe* $U_{m'''}$ : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $m'''(m-1)[m''(m-1)(m_1-1)+2(m'-1)]$.

» Observation. — En terminant enfin ces énoncés de théorèmes qui se présentent en foule, et presque toujours sans grandes difficultés, grâce au procédé de démonstration qui s'y applique d'une manière si heureuse, je ferai remarquer que cette condition, que deux droites doivent passer par deux points correspondants $\alpha$, $\alpha'$ d'une unicursale $U_{m''}$, offre la conception la plus générale, tout à la fois de deux droites rectangulaires, et de deux droites devant faire entre elles un angle de grandeur constante, compté dans un sens de rotation déterminé. Il suffit de faire $m''=1$, c'est-à-dire de supposer que $U_{m''}$ soit une droite, puis, que cette droite soit à l'infini, et que les deux points doubles des deux divisions homographiques formées par les points $\alpha$, $\alpha'$ soient les deux points imaginaires appartenant à un cercle. Pareillement, tous les théorèmes où se trouve quelque condition de perpendicularité, notamment ceux qui concernent les normales d'une courbe, s'étendent à la condition générale où les droites doivent passer par deux points correspondants d'une courbe unicursale $U_{m''}$.

» Il est une autre condition que comportent aussi tous ces théorèmes, c'est celle où des couples de droites doivent toujours avoir pour bissectrice de leur angle, variable, une parallèle à un axe fixe.

» On conçoit dès lors qu'un très-grand nombre des théorèmes précédents donneraient lieu à des énoncés multiples très-différeents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note relative à la Communication précédente de M.* Trécul *sur l'origine des levûres lactique et alcoolique; par* **M. Pasteur.**

« J'ai pris connaissance du travail que M. Trécul a lu à l'Académie lundi dernier.

» Je dois déclarer que je n'y ai rien trouvé qui pût atteindre en quoi que ce soit l'exactitude de mes expériences antérieures, non plus que les conclusions que j'en ai déduites. »

BOTANIQUE. — *Cellules de levûre de bière devenues mobiles comme des Monades; par* **M. A. Trécul.**

« A la page 516 du tome LXV des *Comptes rendus*, j'ai dit avoir observé des Monades à l'intérieur de cellules médullaires, après quelques jours

de macération. Ayant l'intention de revenir l'année suivante sur ce sujet, je ne décrivis pas mon observation, parce que je voulais vérifier de nouveau l'origine de ces Monades. Comme je n'ai pas réussi à le faire depuis cette époque, je crois devoir dire aujourd'hui ce que je vis alors.

» Ces Monades étaient renfermées dans des cellules du pourtour de la moelle d'une tige d'*Helianthus tuberosus*, qui contenaient en même temps des vésicules chlorophylliennes disposées autour d'un nucléus. Quelques-unes de ces vésicules avaient grossi et s'étaient décolorées. De l'iode ayant été mis sur la préparation, les vésicules agrandies devinrent brunes absolument comme les Monades, tandis que celles qui étaient restées vertes et qui avaient conservé la dimension normale n'avaient pas bruni. Je crus pouvoir en conclure que les Monades provenaient de la modification des vésicules chlorophylliennes (1).

» Je n'omettrai pas de rappeler ce que j'ai déclaré au bas de la page 932 du même tome LXV, qu'il y avait des Monades fixées par leur cil ou filament à la surface de l'épiderme des tronçons de tige en macération.

» La levûre de bière m'a plusieurs fois présenté des phénomènes qui ont beaucoup d'analogie avec le précédent, mais l'exemple le plus remarquable m'a été donné par de la levûre de bière de Bavière.

» Le 15 juillet, trois heures après que la bière avait été mise en tonneaux, je recueillis de la mousse qui s'écoulait de ceux-ci dans les récipients placés au-dessous. Le lendemain cette mousse était condensée dans le flacon qui l'avait reçue, en liquide qui avait laissé déposer de la levûre. Cette bière ayant été décantée, le flacon au fond duquel restait la levûre fut rempli d'eau. Trois jours après, le 19 juillet, je trouvai à la surface du liquide presque toutes les cellules de levûre, qui s'y mouvaient avec la vivacité des Monades les plus agiles.

» Ces Monades nouvelles avaient toutes les formes et toutes les dimensions qu'affectaient les cellules de levûre, quand l'eau qui les contenait fut mise dans le flacon. Elles n'avaient pas sensiblement grossi. La plupart étaient ovoïdes, mais il y en avait d'oblongues, ayant en longueur trois, quatre et cinq fois leur largeur.

---

(1) M. S. Reissek (*Sitzungsberichte d. mat. nat. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien*, 1851, t. VII, p. 339.) a décrit des Monades nées de grains de chlorophylle du *Caltha palustris*, des cellules filles du pollen de l'*Orchis morio*, et des granules du contenu du pollen du *Pinus sylvestris*, etc. D'un autre côté, madame J. Lüders dit avoir vu de petites Monades naître par l'agrandissement de Bactéries qu'elle obtenait, à l'aide de la macération, par la modification du plasma des spores et des filaments de germination de quelques Mucédinées. (*Bot. Zeit.*, 1866, t. XXIV, p. 36.)

» La surface de ces cellules mobiles était revêtue de fins granules sombres qui semblaient résulter de l'altération de la membrane superficielle. Chez certaines de ces cellules, toute la périphérie était occupée par ces granulations, mais chez un assez grand nombre d'entre elles ce revêtement granuleux existait seulement sur une partie de la surface, en sorte qu'une fraction plus ou moins étendue de l'utricule, égalant parfois à peine la moitié du pourtour de celle-ci, était lisse, incolore et comme gélatineuse. La membrane interne semblait être graduellement dénudée par la destruction de la membrane externe.

» On trouvait de ces cellules, jouissant du mouvement de translation, unies deux à deux par les extrémités de leur grand diamètre, comme l'étaient certaines cellules de levûre avant la macération. De plus, il y avait encore, parmi les utricules mobiles, des cellules de levûre peu ou pas du tout modifiées, et qui étaient immobiles. De ces utricules en voie de transformation portaient à une extrémité leur cellule fille ou *bourgeon,* tandis que d'autres utricules en voie de se modifier étaient en séries de trois ou quatre placées bout à bout.

» Les cellules agiles parcouraient tout le champ du microscope, comme le font des Monades. Dans une observation antérieure, j'avais trouvé que la partie dépourvue de granulations marchait en avant. Dans la dernière observation le cas contraire semblait le plus fréquent; c'était tantôt la partie dénudée qui se portait en avant, et tantôt la partie granuleuse.

» Les mouvements les plus curieux étaient ceux des cellules oblongues, qui pouvaient s'infléchir, se courber alternativement dans un sens et dans le sens opposé.

» Toutes ces cellules étant dépourvues de cils, on était surpris, quand elles étaient en repos, de les voir attirer, à la distance de trois centièmes de millimètre, et repousser ensuite des cellules de levûre non transformées aussi grosses qu'elles-mêmes.

» J'ai dit plus haut que ces cellules se tenaient à la surface du liquide. C'était évidemment pour se rapprocher de l'air atmosphérique, car, sur le porte-objet du microscope, ainsi que cela a été signalé pour d'autres formations, ces petits corps se portaient vers les bords de la lamelle de verre qui couvrait le liquide. Ces cellules mobiles s'accumulaient là en grand nombre et s'y agitaient vivement, puis y mouraient en se décomposant comme je vais le dire.

» A certaines places, près du bord de la lame de verre, ces cellules se dilataient plus ou moins et se vidaient de leur plasma, puis leur contour se

déformait, devenait anguleux, et restait finalement marqué, principalement ou seulement par la série des granulations représentant la membrane altérée. Quelques-uns de ces petits corps se mouvaient encore quand ils étaient déjà très-déformés.

» L'altération de ces cellules sur le porte-objet est si prompte, que tous les phénomènes que j'ai décrits furent observés dans l'espace d'une demi-heure à une heure; et les altérations sont si rapides, que, de toutes ces jolies cellules qui, quelques instants auparavant, s'agitaient encore au bord de la lame de verre, le temps d'écrire quelques notes, tout mouvement avait cessé, et il ne restait plus que le contour granuleux dont les lignes se rompaient bientôt, et la dispersion des granules dans le liquide environnant avait lieu. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la température solaire* (2e Note); *par le* **P. Secchi.**

Rome, le 19 décembre 1870.

» Permettez-moi, comme suite à ma Communication précédente, d'examiner quelques autres objections qu'on a faites au chiffre donné par moi pour la température solaire. Je m'occuperai surtout de celles qui ont été formulées par M. Ericsson, dans trois articles publiés dans le journal *Nature*, de Londres (*vol.* IV et V).

» Je ferai remarquer d'abord qu'il suffit de lire le chapitre relatif à ce sujet, dans mon ouvrage *le Soleil*, pour constater que je n'ai pas dissimulé les difficultés du sujet, ni donné le nombre de 10 millions de degrés comme représentant proprement le résultat direct des observations; celles-ci ne donneraient effectivement que 5 millions et $\frac{1}{3}$ (page 270); si je l'ai porté jusqu'à 10 millions, c'est en vue d'autres considérations qui ne me paraissent pas sans valeur, mais que mes contradicteurs n'ont cru devoir apprécier de même. Du reste, les termes mêmes dans lesquels est posée la question, et les moyens employés pour obtenir cette évaluation, font aisément apercevoir qu'il y reste beaucoup de vague, et qu'on ne peut calculer le résultat qu'avec une approximation fort lointaine. De sorte que ce sujet peut prêter à des discussions nombreuses, selon l'importance qu'on attache à telle ou telle autre condition d'expérience, ou à telle correction théorique.

» Parmi les conditions expérimentales, la plus importante à examiner est le moyen qu'on emploie pour évaluer la radiation solaire. Plusieurs procédés ont été proposés pour cela. Les uns, purement actinométriques, se bornent à constater le changement produit dans un corps thermométrique pendant un temps déterminé, comme dans l'actinomètre de Herschel.

D'autres évaluent la température finale d'un corps exposé au Soleil, et à cette classe appartient le thermomètre noirci, employé par les météorologistes. D'autres mesurent la température acquise par un corps exposé au Soleil, dans l'intérieur duquel est un thermomètre, moyen employé jadis par Newton pour obtenir les données de son fameux calcul de la température acquise par la comète de 1680. Enfin, les expérimentateurs les plus modernes ont introduit l'usage du thermohéliomètre, procédé dans lequel on installe le thermomètre dans une enceinte artificielle à une température connue. Ce dernier est le moyen que j'ai employé après M. Waterston.

» On admet qu'avec l'actinomètre on ne peut évaluer que le rapport des radiations dans des conditions différentes de hauteur, de distance, de transparence atmosphérique, etc., et que cet instrument ne peut donner directement l'intensité absolue de la radiation.

» Le thermomètre noirci, employé par les météorologistes, est un instrument très-imparfait. Ses indications, à la même heure, diffèrent selon l'exposition de l'instrument. Si l'on cherche à l'abriter des courants d'air, on tombe dans les perturbations produites par les réflexions et les radiations propres des surfaces voisines destinées à le protéger. En Angleterre, on a dernièrement introduit l'usage d'un thermomètre à boule noircie, renfermée dans une boule de cristal dans laquelle on a fait le vide, espérant ainsi le soustraire à l'influence des courants d'air et de la radiation des corps obscurs, qui traverse difficilement le verre. J'ai fait un grand nombre d'observations avec plusieurs de ces instruments : je ne les ai pas trouvés toujours d'accord, et leurs résultats ne m'ont point satisfait. Ainsi pendant que, dans l'été, la température marquée à midi dans un air calme par le thermomètre noirci ordinaire était de 40 à 42 degrés, celle du thermomètre renfermé dans la boule de verre montait à 54 et 57 degrés. Dans l'hiver, pendant que le thermomètre libre marquait de 10 à 14 degrés, l'autre marquait de 28 à 32 degrés. La différence, comme on voit, change avec la saison, de 14 à 18 degrés; même à l'ombre, ces thermomètres enveloppés marquent toujours un ou deux degrés de plus que les autres.

» Or, on peut se demander si réellement ces thermomètres donnent exactement la mesure de la radiation. J'en doute beaucoup, car 1° la surface intérieure du globe de verre agit comme un miroir concave, pour réfléchir une certaine quantité de lumière et de chaleur sur la boule du thermomètre, comme on peut facilement le constater à la vue; 2° le verre de l'enveloppe n'étant pas absolument diathermane, s'échauffe avec le temps, et devient une source de radiation assez considérable. Si donc l'enveloppe protège le thermomètre des courants d'air, il introduit des perturbations

plus sérieuses et plus difficiles à évaluer. Il est donc certain que la température d'un thermomètre noirci, exposé au milieu d'une enceinte quelconque, ne donne pas l'effet de la radiation du Soleil, mais une fonction complexe de cette radiation, de celle des objets environnants, et des courants d'air.

» Le même raisonnement s'applique aussi à la méthode employée par Newton, l'évaluation de la radiation d'après la température acquise par un thermomètre recouvert d'une légère couche de terre. Il y a longtemps que j'ai répété l'expérience de Newton. En 1846, le 15 juillet, je déterminai la température d'un thermomètre légèrement recouvert de terre, dans une villa de Rome, dans un terrain parfaitement sec, bien exposé et sans reflets voisins; le maximum fut de 65°,5 C. à 2 heures après midi; à l'ombre, le maximum était, à l'Observatoire, 34°,3. Le 9 juillet de la même année, je trouvai 60 degrés à 1 heure, le maximum à l'Observatoire étant 31°,3. Le premier nombre ne s'éloigne pas beaucoup de celui de Newton, qui obtint 65°,56, le thermomètre libre à l'ombre étant à 29°,44. Mais on voit que les différences ne sont pas constantes, et le degré final dépend beaucoup de la nature du sol et de la température de l'air. Les métaux, par exemple, arrivent chez nous à des températures énormes, dépassant 75 degrés C. et même 80 degrés. Des voyageurs racontent que, dans les déserts d'Afrique, la température des sables s'élève tellement qu'ils peuvent faire prendre feu aux allumettes phosphoriques. Ces diverses remarques montrent combien est grande l'imperfection des moyens proposés jusqu'ici pour évaluer la température produite par la radiation solaire.

» Je ne connais pas les détails de la construction de l'actinomètre de M. Ericsson : je ne puis donc le juger; mais, d'après ce que l'auteur en dit dans ses articles, il paraît appartenir à la classe de ceux dont les évaluations reposent sur la mesure de l'effet maximum d'échauffement obtenu lorsqu'il arrive à un degré stationnaire, en l'augmentant en raison inverse du carré de la distance au Soleil : je ne le crois donc pas exempt des défauts que je viens de signaler.

» C'est pour éviter ces inconvénients que j'ai adopté et perfectionné l'instrument de M. Waterston, qui donne le moyen d'évaluer la température de l'enceinte et son influence. J'ai donné aussi une théorie différente de la sienne, à laquelle on pouvait faire quelques objections. (Voir le *Bulletino dell' Osservatorio del Coll. Romano,* année 1863, p. 19.)

» Ce qui m'étonne, c'est de voir M. Ericsson déclarer que le chiffre de 12 à 14 degrés, obtenu par moi à Rome, est trop faible, et l'élever à 18°,9. Or, si j'adoptais ce dernier chiffre, le résultat serait bien plus grand que celui qu'il refuse d'accepter. Cela est d'autant plus étonnant, qu'il dit,

dans son troisième article (*Nature,* vol. V, p, 48), que je n'ai réellement apprécié que les 0,38 de la radiation totale! Et cependant mon résultat serait, selon lui, *extravagant!* On voit par là combien une manière différente d'expérimenter et de traiter les données de l'expérience peut conduire à des résultats différents. J'ajouterai cependant que le chiffre employé dans mon calcul n'est pas celui que j'avais obtenu à Rome, où, vu la faible altitude, les données étaient trop influencées par l'atmosphère terrestre, mais bien les nombres obtenus par M. Soret sur le mont Blanc et à d'autres hauteurs.

» Nous ne nous accordons pas plus, M. Ericsson et moi, sur la manière d'évaluer les corrections à apporter aux données brutes, pour avoir le résultat relatif au Soleil. Je ne puis le suivre ici dans tous les détails; je me bornerai aux points les plus intéressants.

» Il me reproche d'avoir employé la règle de Laplace, pour apprécier l'absorption due à l'atmosphère solaire, et il paraît vouloir borner cette absorption à la mince couche de la chromosphère ou du gaz très-rare qui enveloppe l'extérieur du globe photosphérique. Sans doute, au temps de Laplace, on ne connaissait pas la structure de l'atmosphère solaire comme on la connaît maintenant; mais cela ne peut rien infirmer des conclusions auxquelles je suis arrivé sur les effets d'absorption. Ces résultats sont fondés sur les mesures thermiques, qui constituent des faits indépendants de toute hypothèse sur la structure de cette atmosphère.

» Quant à l'absorption estimée seulement par la couche d'hydrogène de la chromosphère, elle est trop incomplète, et ici M. Ericsson oublie une source immense d'absorption, savoir, la couche qui produit les raies de Fraunhofer. Quelle que soit l'hypothèse qu'on adopte pour les expliquer, ces raies supposent une absorption bien différente de celle de la chromosphère seule. Le thermoscope évalue la quantité de cette absorption dans les différentes parties du disque, et le résultat du calcul est que, sans ces couches absorbantes, si le Soleil était partout rayonnant sans cette enveloppe, il nous paraîtrait huit fois plus brillant et plus chaud. Or je n'ai pas profité de cette multiplication, et je me suis contenté seulement de doubler l'intensité qui résultait de l'expérience directe, en mettant en nombres ronds 10 millions, au lieu de 5 $\frac{1}{3}$; je ne crois donc pas avoir exagéré.

» J'ai même averti que les couches extérieures pouvaient être moins chaudes, et que l'effet que nous mesurons est la somme des quantités de chaleur qui s'ajoutent, émanées des différentes couches transparentes. M. Ericsson met encore en question ce fait et refuse d'admettre que les couches des différentes profondeurs puissent ajouter leur action à celles

des couches plus superficielles. Une expérience bien simple, faite à ma demande par le P. Provenzali, a prouvé que, si avec une flamme on obtient un échauffement de 2°,5, avec deux flammes, placées l'une après l'autre, on obtient 4°,5; avec trois, on a 5°,4. Ce résultat était du reste bien facile à prévoir, car tout le monde sait que les flammes sont transparentes. Les critiques de M. Ericsson ne peuvent donc être soutenues.

» Pour terminer, je dirai que j'ai été étonné de voir M. Ericsson se refuser à admettre l'influence de la vapeur d'eau dans l'absorption atmosphérique, et paraître mettre en doute ce phénomène d'observation que, *à une hauteur égale*, la radiation solaire est moindre en été qu'en hiver. Il paraît oublier les belles recherches de M. Tyndall et du professeur Garibaldi, de Gênes, qui ont mis hors de doute le grand pouvoir absorbant de la vapeur d'eau, qui est plus abondante en été qu'en hiver.

» Mais ce qui est vraiment étonnant, c'est que M. Ericsson, avec son instrument, trouve que pendant l'hiver la température stationnaire à laquelle il arrive est plus élevée qu'en été. Cela (même en tenant compte de la plus grande proximité du Soleil en hiver) me fait croire à quelque particularité bien singulière de son appareil, qui pourrait fausser toutes ses indications. Car, même sous le beau ciel de Madrid (bien loin des marais que M. Ericsson croit pouvoir influer dans les observations de Rome), M. Rico y Sinobas a trouvé, en décembre, pour la radiation solaire, $12^{\text{div}},19$ de son actinomètre, et, en juin, $25^{\text{div}},56$.

» Je laisse de côté les autres critiques, qui ne me paraissent pas mieux fondées que les précédentes, et je prie l'Académie de m'excuser si je suis entré dans ces détails; j'ai cru qu'il était indispensable de profiter de cette circonstance pour indiquer l'état actuel de cette question importante, et pour engager les savants à examiner ce sujet avec le soin qu'il mérite, car sans doute il y a là un vaste champ à explorer. »

## NOMINATIONS.

» L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui doit remplir, dans la Section d'Économie rurale, la place laissée vacante par le décès de *M. Payen*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

| | | |
|---|---|---|
| M. Hervé-Mangon obtient. . . . . | 51 | suffrages. |
| M. Schlœsing. . . . . . . . . . . . | 2 | » |
| M. Dehérain. . . . . . . . . . . . . | 1 | » |

Il y a un billet blanc.

M. **Hervé-Mangon** ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la température et la surface solaire.* Note de M. É. Vicaire.

(Commissaires : MM. Regnault, Bertrand, Fizeau, H. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, Jamin.)

« L'Académie s'est occupée, dans ses dernières séances, de la température de la surface solaire, et des nombres bien différents ont été produits. Le R. P. Secchi évalue cette température à 10000000 de degrés au moins, M. Spœrer à 27000. Si l'on joint à cela les résultats obtenus par Pouillet qui trouvait des valeurs comprises entre 1461 et 1761 degrés, suivant les diverses hypothèses que l'on pouvait faire relativement au pouvoir émissif de la surface du Soleil, on est obligé de reconnaître que l'état de la science sur cette question est aussi peu satisfaisant que possible.

» Ce qu'il y a de plus surprenant, c'est que les résultats les plus opposés, ceux de Pouillet et du P. Secchi, ont été tirés d'un même phénomène, la radiation calorifique du Soleil, dont ces savants ont mesuré l'intensité par des procédés à peine différents en principe. Une différence aussi énorme dans les résultats ne provient évidemment pas des observations, mais de la manière dont elles ont été interprétées. C'est ce que j'ai reconnu, en effet, par un examen plus approfondi, et, de cet examen, je crois pouvoir conclure que l'évaluation de Pouillet est infiniment plus voisine de la réalité que celle du P. Secchi.

Le P. Secchi mesure la radiation solaire en exposant à l'action de cette radiation un thermomètre à boule noircie placé dans une enceinte de température connue. Il observe l'excès de la température du thermomètre sur celle de l'enceinte, excès qu'il corrige de l'absorption atmosphérique. Admettant alors la loi de Newton sur le rayonnement des divers corps en présence, et attribuant à ces corps un pouvoir émissif égal à l'unité, il exprime l'équilibre des températures par l'équation

$$(1) \qquad t - \theta = \alpha T, \quad \text{d'où} \quad T = \frac{t - \theta}{\alpha},$$

dans laquelle T, $t$ et $\theta$ représentent les températures du Soleil, du thermomètre et de l'enceinte, et $\alpha$ le rapport de la surface apparente du Soleil à la surface totale d'une sphère concentrique au thermomètre.

» Cette équation (dont je change seulement les lettres) suppose toutefois que $\alpha$ est une très-petite fraction de l'unité.

» Au moyen de cette équation, le P. Secchi explique d'abord un fait observé par lui et par M. Waterston. C'est que l'excès thermométrique $t - \theta$ est toujours le même, quelle que soit la température de l'enceinte. S'il est, par exemple, de 12 degrés avec l'enceinte à zéro, il aura encore la même valeur quand on la portera à 60 degrés, et même, d'après M. Waterston, jusqu'à 220 degrés. Ce fait résulterait simplement de ce que l'on est effectivement dans les conditions où l'équation (1) est applicable, c'est-à-dire que $\alpha$ est très-petit.

» Mais cette explication me semble insuffisante, car, lorsqu'on passe de zéro à 60 et surtout à 220 degrés, la loi de Newton cesse d'être applicable. Il faut recourir à la loi de Dulong et Petit, et celle-ci, au contraire, s'applique en toute rigueur, autant du moins que l'on considère seulement l'échange de chaleur entre le thermomètre et l'enceinte.

» Or, il résulte de cette loi que, pour un même excès $t - \theta$, la vitesse de refroidissement, et, par conséquent, la quantité de chaleur cédée par le thermomètre à l'enceinte dans l'unité de temps est multipliée par $1{,}0077^{60} = 1{,}585$, lorsque $\theta$ passe de 0 à 60° et par $1{,}0077^{220} = 5{,}412$ pour 220 degrés. Si, néanmoins, ce thermomètre reste en équilibre avec le même excès de température, c'est qu'il reçoit d'autre part, et ce ne peut être que des rayons solaires, une quantité de chaleur également croissante.

» Nous arrivons donc à ce résultat paradoxal, que le thermomètre reçoit du Soleil d'autant plus de chaleur qu'il est lui-même plus chaud. Cependant le fait en question ne semble pas pouvoir être contesté, et la conséquence est rigoureuse.

» D'autre part, il est bien évident que ce n'est pas la radiation solaire qui se modifie à mesure que le thermomètre s'échauffe. C'est donc la faculté d'absorption du thermomètre pour cette radiation qui se trouve augmentée.

» N'y a-t-il pas là un effet de thermochrose? Le thermomètre reçoit des rayons lumineux, il émet des rayons obscurs. Sa faculté d'absorption pour les premiers augmenterait plus vite que sa faculté d'absorption et, par conséquent, aussi d'émission pour les derniers, à mesure qu'il se rapproche de la température à laquelle il deviendrait lumineux lui-même. Comment se fait-il que ces deux pouvoirs varient justement de telle façon que l'excès de température reste constant? C'est un point qui mériterait sans doute une étude plus approfondie.

» Nous n'avons pas tenu compte de l'action de l'air sur le thermomètre; comme elle dépend seulement de l'excès de température, elle ajoute un terme constant aux pertes par rayonnement et ne modifie pas les conclusions précédentes. Encore est-il fort probable que cette perte elle-même augmente avec la température de l'enceinte, car celle-ci étant ouverte par devant, l'air qu'elle contient ne doit pas en prendre complétement la température.

» Revenons maintenant à la température solaire.

» Pour suivre d'aussi près que possible la marche adoptée par le P. Secchi, j'établirai l'équation d'équilibre du thermomètre en conservant les mêmes hypothèses. Je négligerai de même le refroidissement dû à l'air, bien que, dans les basses températures, il égale presque celui qui est dû au rayonnement. Seulement au lieu de la formule de Newton, j'adopterai la formule exponentielle de Dulong et Petit. L'équation devient alors

$$a^t - a^\theta = \alpha a^{\mathrm{T}},$$

équation dans laquelle $a = 1,0077$.

» On en tire

$$\mathrm{T} = \frac{\log(a^t - a^\theta) + \log\frac{1}{\alpha}}{\log a}.$$

» Faisons maintenant avec le P. Secchi $\alpha = \frac{1}{183960}$ et $t - \theta = 29,02$; supposons d'ailleurs $\theta = 0$. Le calcul nous donne

$$\mathrm{T} = 1398^\circ,$$

résultat presque identique à celui de Pouillet.

» Ainsi, lorsqu'on applique à l'expérience du P. Secchi la loi de Dulong et Petit, comme Pouillet l'avait fait pour les siennes, on retrouve presque identiquement le même résultat que ce dernier savant. Il y a donc concordance dans le point de départ expérimental, et cette concordance eût paru plus complète si, dans le calcul précédent, j'avais introduit l'action de l'air ambiant sur le thermomètre.

» On a d'ailleurs très-exactement

$$\log a = \frac{1}{300},$$

et, par conséquent,

$$a^{300} = 10;$$

c'est-à-dire que chaque augmentation de 300 degrés décuple le facteur $a^{\mathrm{T}}$

de la radiation solaire. On est donc bien à l'aise pour tenir compte de toutes les corrections possibles sans atteindre des températures très-élevées.

» Il reste maintenant à décider lequel des deux modes de calcul offre le plus de garanties. Le choix ne peut guère être douteux. La loi de Newton est certainement inexacte, même dans des limites très-restreintes de température. Celle de Dulong et Petit a été établie par ces physiciens jusqu'à 300 degrés; Pouillet annonce l'avoir vérifiée jusqu'à plus de 1000 degrés. En supposant qu'elle cesse d'être vraie au delà, elle ne peut pas être absolument éloignée de la vérité pour les températures de 1400 ou 1500 degrés auxquelles on arrive en l'admettant. Donc aussi ces températures ne peuvent pas être absolument éloignées de la vérité.

» Quelle que soit donc la correction que l'on veuille faire subir à la température d'environ 1400 degrés à laquelle nous sommes parvenus, qu'on la double, qu'on la triple ou plus encore, on ne pourra pas du moins se refuser, ce me semble, à admettre la conclusion suivante :

*La température de la surface solaire est entièrement comparable à celle de nos flammes.*

» On peut mettre cette conclusion en évidence d'une manière peut-être plus saisissante en partant des observations de Pouillet.

» D'après ce savant, chaque centimètre carré de la surface solaire émet, en une minute, un peu moins de 85 calories. Un mètre carré émet donc 850 000 calories. C'est à peu près la chaleur que dégagent en brûlant 100 kilogrammes de houille, soit pour une heure 6000 kilogrammes.

» Or 6000 kilogrammes sont la consommation de vingt locomotives, lesquelles brûlent chacune plus de 300 kilogrammes par heure sur une grille d'environ 1 mètre carré.

» On peut admettre, d'après les expériences de Péclet, que la moitié au moins de la chaleur de cette houille se dégage par rayonnement. Donc une surface double de celle qu'offrent ces grilles réunies, c'est-à-dire une surface de grilles de 40 mètres carrés, ou si l'on veut de 80, pour tenir compte des deux faces de la couche de combustible, *rayonnerait* autant de chaleur que 1 mètre carré de la surface solaire.

» Si maintenant on veut bien réfléchir que la température sur ces grilles est loin d'être uniforme et n'atteint nulle part 2000 degrés; que celle d'un chalumeau d'oxygène et d'hydrogène est de 2500 degrés; que, d'après la loi de Dulong et Petit, une augmentation de température de 600 degrés suffit pour centupler le rayonnement; que, si l'on ne veut pas admettre cette loi dans les hautes températures, on ne peut du moins contester que

la radiation ne croisse beaucoup plus vite que la température, comme cela est bien évident pour les radiations lumineuses (1), on sera encore ramené invinciblement à la conclusion déjà énoncée.

» Il serait prématuré de chercher à représenter la température de la surface solaire par un nombre précis. Mais je pense qu'on ne s'avancerait pas beaucoup en affirmant qu'elle est inférieure à 3000 degrés. »

« **M. le Président**, à la suite de cette Communication, fait remarquer que sir W. Thomson a déjà montré que la température du Soleil ne saurait être incomparablement plus élevée que les températures atteintes dans certaines opérations de l'industrie. Il signale à ce sujet l'importante Note de cet illustre physicien sur l'âge de la chaleur solaire (*Macmillan's Magazine*, mars 1862), dans lequel sir W. Thomson rappelle que la chaleur émise par le Soleil (d'après Pouillet), par chaque pied carré de la surface, répond à une force de 7000 chevaux seulement. De la houille, brûlant à raison d'une livre par deux secondes, produirait à peu près le même résultat. Or M. Rankine a estimé que, dans les foyers de nos locomotives, le charbon brûle, à raison d'une livre par pied carré de grille, avec une vitesse de 30 à 90 secondes.

» Ce grand problème de la température à la surface du Soleil est devenu plus accessible dans ces dernières années qu'il ne l'était naguère. Nous le devons principalement aux expéditions astronomiques qui ont eu pour but d'étudier, dans les éclipses totales, la constitution physique du Soleil, et l'Académie n'a pas oublié une de ces grandes entreprises qui ont le plus attiré l'attention du monde savant, celle de septembre 1858, à Paranagua, dont la science est redevable à l'initiative éclairée de S. M. l'Empereur du Brésil. »

« **M. H. Sainte-Claire Deville** émet une opinion tout à fait conforme aux conclusions de M. Vicaire, en s'appuyant sur des expériences dont il entretiendra prochainement l'Académie. »

« **M. Edmond Becquerel**, d'après ses recherches sur les hautes températures et sur les phénomènes d'irradiation qui les accompagnent (2), pense

---

(1) On sait combien l'éclat de la lumière de Drummond surpasse celui des flammes ordinaires, et cependant le corps lumineux y est à une température très-notablement inférieure à celle de la flamme qui le chauffe, c'est-à-dire à 2500 degrés, tandis que la température de la flamme du gaz d'éclairage dans l'air ne doit pas s'éloigner beaucoup de 1900 degrés en plus ou en moins.

(2) *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, t. IV, p. 597, avril 1864.

que les températures les plus élevées que l'on puisse produire par la combustion, ainsi que par l'action de l'électricité ne s'élèvent pas beaucoup au delà de 2000 à 2500 degrés, et que par conséquent la température solaire, qui ne paraît pas aussi éloignée des températures de ces sources qu'on pourrait le penser, ne dépasserait guère 3000.

» Bien qu'il soit difficile d'assigner des nombres exacts, car pour le faire on admet des relations entre les températures et les résultats des expériences qui peuvent se trouver en défaut quand il s'agit de températures aussi élevées et de conditions physiques encore peu connues, cependant M. E. Becquerel ne pense pas que les limites approximatives qu'il indique puissent s'éloigner beaucoup de la vérité. »

« **M. Fizeau** fait remarquer que les conclusions énoncées dans l'intéressante Communication qui précède s'accordent bien avec les résultats des expériences photométriques qui ont été faites dans le but de comparer entre elles les intensités de la lumière du Soleil, de la lumière émise par les charbons de la pile, et celle de la lumière émise par un fragment de chaux placé dans la flamme du chalumeau à gaz oxygène et hydrogène.

» En comparant, en effet, ces trois sources de lumière, sous le rapport de leur éclat intrinsèque, on a trouvé que la chaux donne une intensité 56 fois plus faible que les charbons de la pile, et ceux-ci une intensité seulement 2,5 fois plus faible que le Soleil lui-même (1).

» On voit que, si la radiation solaire est décidément supérieure à celle des sources de lumière les plus intenses que l'on ait pu produire jusqu'ici, elle n'a cependant été trouvée que deux ou trois fois plus forte que la lumière de la pile. Ces deux sources de lumière restent donc tout à fait comparables entre elles, ce qui conduit à admettre que leurs températures ne doivent pas différer d'une manière excessive, comme cela résulterait de plusieurs évaluations récemment proposées pour la température de la surface du Soleil. »

ANALYSE. — *Expression du rapport de la circonférence au diamètre et nouvelle fonction.* Note de **M. le général Didion**, présentée par M. le général Morin.

(Commissaires : MM. Serret, Bonnet.)

« Des opérations algébriques régulièrement répétées donnent lieu à des

---

(1) *Sur l'intensité de la lumière de la pile*, par MM. Fizeau et Foucault. (*Comptes rendus*, t. XVIII, et *Ann. de Ch. et de Phys.*, 3e série, t. XI.

fonctions de diverse nature, telles que les exponentielles, les différentielles, les fractions continues, etc. L'expression du rapport de la circonférence au diamètre conduit aussi à une nouvelle espèce de fonctions.

» C étant le côté d'un polygone régulier d'un nombre $k$ de côtés, inscrit dans un cercle dont le rayon est 1, le côté C′ d'un polygone régulier d'un nombre double de côtés, et les côtés C″, C‴,... pour des nombres 4 fois, 8 fois,... plus grands seront respectivement

$$C' = \sqrt{2 - \sqrt{4 - C^2}},$$

$$C'' = \sqrt{2 - \sqrt{2 + \sqrt{4 - C^2}}},$$

$$C''' = \sqrt{2 - \sqrt{2 + \sqrt{2 + \sqrt{4 - C^2}}}}, \ldots,$$

et ainsi de suite.

» L'opération qui se répète est celle-ci : extraire la racine carrée du terme primitif $\sqrt{4 - C^2}$ augmenté de 2, et de même pour les résultats successifs, de façon que, pour un nombre $n$ d'opérations, à partir de $\sqrt{4 - C^2}$ exclusivement, ou pour un nombre de $2^n . 2k$ de côtés, l'expression de ce côté sera

$$(1) \qquad \sqrt{2 - \sqrt{2 + \sqrt{2 \ldots + \sqrt{2 + \sqrt{2 + \sqrt{4 - C^2}}}}}}.$$

» En remplaçant le signe $\sqrt{\ }$ par l'élévation à la puissance $\frac{1}{2}$, l'expression (1) du côté sera

$$(2) \qquad \sqrt{2 - \left(\left\{\ldots\left[\left(\sqrt{4 - C^2} + 2\right)^{\frac{1}{2}} + 2\right]^{\frac{1}{2}} \ldots + 2\right\}^{\frac{1}{2}} + 2\right)^{\frac{1}{2}}},$$

expression dans laquelle l'indication des opérations successives suit l'ordre naturel de l'écriture, de gauche à droite, et se rapproche de celle des séries et des fractions continues.

» En multipliant la valeur d'un côté par leur nombre, on aura le périmètre; la moitié donnera le rapport du périmètre au diamètre. A mesure que $n$ sera plus grand, ce rapport se rapprochera de celui de la circonférence au diamètre, ou de $\pi$; de façon qu'en sous-entendant que $n$ est aussi

grand qu'on voudra, on pourra écrire

$$(3)\quad \pi = 2^k . k \sqrt{2 - \left(\left\{ \ldots \left[ (\sqrt{4 - C^2} + 2)^{\frac{1}{2}} + 2 \right]^{\frac{1}{2}} \ldots + 2 \right\}^{\frac{1}{2}} + 2 \right)^{\frac{1}{2}}}.$$

» Le côté du polygone régulier circonscrit d'un nombre quelconque de côtés étant $x$, celui du polygone régulier circonscrit du même nombre de côtés X est, comme on voit,

$$X = \frac{x}{\frac{1}{2}\sqrt{4 - x^2}},$$

» Appliquant cette formule à un nombre $2^n . 2k$ côtés, le multipliant par $2^n . k$, et à la condition que $n$ sera aussi grand qu'on voudra, on aura pour l'expression du rapport $\pi$

$$(4)\quad \pi = \frac{2^n k \sqrt{2 - \left(\left\{ \ldots \left[ (\sqrt{4 - C^2} + 2)^{\frac{1}{2}} + 2 \right]^{\frac{1}{2}} \ldots + 2 \right\}^{\frac{1}{2}} + 2 \right)^{\frac{1}{2}}}}{\frac{1}{2}\sqrt{2 + \left(\left\{ \ldots \left[ (\sqrt{4 - C^2} + 2)^{\frac{1}{2}} + 2 \right]^{\frac{1}{2}} \ldots + 2 \right\}^{\frac{1}{2}} + 2 \right)^{\frac{1}{2}}}}.$$

» La première expression (3) est une limite inférieure, la seconde (4) est une limite supérieure.

» Pour calculer la valeur de $\pi$, on peut partir de tout polygone pour lequel on connaît le côté relativement au rayon. Les plus simples sont ceux de 4, de 6, de 10 côtés, pour lesquels C est respectivement $\sqrt{2}$, 1 et $\sqrt{\frac{1}{2}\sqrt{5} - 1}$ et $\sqrt{4 - C^2}$ égal à $\sqrt{2}$, à $\sqrt{3}$ et à $\sqrt{\frac{1}{2}(5 + \sqrt{5}}$.

» L'expression

$$\left(\left\{ \ldots \left[ (x + 2)^{\frac{1}{2}} + 2 \right]^{\frac{1}{2}} \ldots + 2 \right\}^{\frac{1}{2}} + 2 \right)^{\frac{1}{2}},$$

dans laquelle $x$ remplace $\sqrt{4 - C^2}$, représente la répétition $n$ fois de suite de l'opération qu'on a indiquée. Elle a de l'analogie avec l'élévation aux puissances et avec les différentiations successives, et l'on pourra la représenter par une caractéristique $\mathfrak{J}$; on aura alors

$$\mathfrak{J} x = (x + 2)^{\frac{1}{2}}; \quad \mathfrak{J}^2 x = \left[ (x + 2)^{\frac{1}{2}} + 2 \right]^{\frac{1}{2}}, \ldots;$$

$$\mathfrak{J}^n x = \left(\left\{ \ldots \left[ (x + 2)^{\frac{1}{2}} + 2 \right]^{\frac{1}{2}} \ldots + 2 \right\}^{\frac{1}{2}} + 2 \right)^{\frac{1}{2}}.$$

» D'après cela, et en partant par exemple du polygone de quatre côtés, on aura deux limites, l'une inférieure, l'autre supérieure :

$$\pi = 2^n.4\sqrt{2 - \mathfrak{F}^n\sqrt{2}} \quad \text{et} \quad \pi = \frac{2^n.4\sqrt{2 - \mathfrak{F}^n\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}\sqrt{2 + \mathfrak{F}^n\sqrt{2}}},$$

de même pour les polygones de 6 et de 10 côtés.

» On remarquera que le dénominateur, dans la limite supérieure, représente l'opération poussée à 1 degré de plus et que $\sqrt{2 + \mathfrak{F}^n\sqrt{2}} = \mathfrak{F}^{n+1}\sqrt{2}$. On remarquera aussi que, quand $n$ est de plus en plus grand, la limite supérieure se rapproche de plus en plus de la limite inférieure, et que, pour $n$ infini, le dénominateur doit être égal à l'unité; faisant donc $n = \infty$, on aura l'expression symbolique

$$\mathfrak{F}^\infty\sqrt{2} = 2;$$

de même, pour $\sqrt{3}$ et pour $\sqrt{\frac{1}{2}(5 + \sqrt{5})}$.

» Cette propriété s'étend à toute corde du cercle, c'est-à-dire à tout nombre qui ne surpasse pas 2. Elle s'applique aussi à des nombres supérieurs à 2; seulement, dans ce cas, la valeur de $\mathfrak{F}^n x$ va en diminuant en s'approchant de la limite 2.

» Les expressions de $\pi$ auxquelles nous sommes arrivés sont fondées sur les éléments de la géométrie, et elles peuvent y entrer; elles ne nécessitent que l'emploi du signe $\sqrt{\ }$; on y remplacerait l'expression $2^n.k$ par $k \times 2.2\ldots2.2$.

» J'ai fait l'application numérique des formules (3) et (4), en partant du polygone de 4 côtés et en m'arrêtant à celui de 2048 côtés. Je me suis servi avec succès d'une machine à calculer, de l'arithmomètre de M. Thomas, de Colmar, à seize chiffres; elle me donnait directement, et très-promptement, les racines avec huit chiffres et le reste exacts; ce dernier, par la division, me donnait les sept chiffres suivants : en tout quinze chiffres. J'ai ainsi trouvé, pour limite inférieure, 3,14159224, et, pour limite supérieure, 3,14159594. Les six premiers chiffres étant communs, 3,14159 représente le rapport cherché avec six chiffres. »

M. Carvallo adresse une Note intitulée : « Intégrale de l'équation différentielle de la courbe décrite par une mobile sur la face intérieure d'un cylindre droit horizontal à base circulaire. »

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Serret.

M. Chacornac adresse deux Notes sur le mode de formation des nébuleuses, et sur les causes auxquelles on peut attribuer les ressemblances que présentent leurs branches spirales avec les spires des centres d'anneaux qu'on observe dans les cristaux à deux axes.

Ces Notes seront soumises à l'examen de MM. Laugier et Fizeau.

M. Codron soumet au jugement de l'Académie la description d'un appareil destiné à permettre aux aveugles d'écrire avec les caractères ordinaires.

(Commissaires : MM. Robin, Phillips.)

## CORRESPONDANCE.

M. Ch. Ehrenberg adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Berlin, le 30 décembre 1871.

» L'illustre Académie des Sciences de Paris, après avoir daigné me ranger parmi ses Associés étrangers, m'a dernièrement honoré du prix Cuvier pour 1869. Les difficultés de mon âge avancé m'empêchent de lui exprimer ma gratitude et mes hommages dans des termes qui soient dignes d'elle. Qu'elle me permette de lui offrir mes respectueux remercîments, en lui accusant réception du prix qui m'a été décerné (1).

» Plein de respect pour l'ineffaçable influence que l'Académie de Paris a eue, depuis des siècles, sur les sciences générales, je reconnais votre indulgence pour le résultat de mes études, heureux d'avoir trouvé des juges savants qui me laissent prendre une part dans leur haute célébrité. »

M. le Préfet de police adresse ses remercîments à l'Académie, qui a mis à sa disposition, pour la reconstitution de la bibliothèque de la Préfecture, détruite par l'incendie, la collection de ses *Mémoires* et de ses *Comptes rendus*.

M. Haton de la Goupillière prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les Candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. le général *Piobert*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

---

(1) Le *prix* Cuvier pour 1869 a été décerné à M. Ehrenberg, dans la séance publique du 11 juillet 1870 (*Comptes rendus*, t. LXXI, p. 138).

GÉOMÉTRIE. — *Sur les droites qui satisfont à des conditions données.* Note de M. HALPHEN, présentée par M. Chasles.

« Dans une récente Communication, j'ai montré que le problème de la recherche du nombre des droites déterminées par des conditions composées d'au moins deux groupes séparés, se réduit à deux cas :

» 1° Les droites satisfont à une condition triple et à une simple;

» 2° Les droites satisfont à deux condisions doubles; et j'ai donné le théorème qui résout la première partie du problème.

» Je me propose ici de démontrer le théorème suivant, qui résout le second cas, et que j'ai déjà communiqué à l'Académie (1), mais avec une démonstration relative à un cas de la question et très-différente de la démonstration générale qui fait le sujet de cette Note :

» THÉORÈME. — *Le nombre des droites qui satisfont à deux doubles conditions est égal au produit des ordres de ces conditions, augmenté du produit de leurs classes.*

» *Démonstration.* — Soit O un point fixe dans un plan fixe P. Considérons une droite quelconque D, et, dans le plan de cette droite et du point O, la perpendiculaire menée en ce point à l'intersection des deux plans. Soit Ω le point de rencontre de cette perpendiculaire et de la droite D. Appliquons cette construction à toutes les droites D qui satisfont à une double condition d'ordre $\mu$ et de classe $\nu$, le point O et le plan P restant fixes. Le lieu des points Ω est une surface S, dont le degré est $\mu + 2\nu$.

» En effet, il est clair, tout d'abord, que les droites D qui rencontrent la perpendiculaire A élevée en O, au plan P, ont leurs points Ω sur cette droite; et, comme, par chaque point, il en passe un nombre égal à $\nu$, la droite A est multiple d'ordre $\nu$ de la surface S. En second lieu, si l'on mène par A un plan quelconque, on voit que les droites D qui ont leurs points Ω dans ce plan, en dehors de A, sont celles qui rencontrent le rayon mené de O, dans le plan P, perpendiculairement au plan considéré. Ces droites forment une surface de degré $\mu + \nu$, dont l'intersection par ce plan est une courbe de ce degré, ayant le point O pour point multiple d'ordre $\nu$. Donc tout plan mené par A coupe la surface S suivant une ligne composée de degré $\mu + 2\nu$. Tel est le degré de cette surface.

» On peut remarquer aussi que l'intersection de la surface S et du plan P se compose : 1° des $\mu$ droites D situées dans ce plan; 2° des deux asymp-

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 142; 1869.

totes des cercles du plan P et de centre O, multiples d'ordre $\nu$. Il en est de même des intersections de cette surface et de chacun des plans menés par A et une de ces asymptotes : elles se composent chacune de $\mu$ droites D et de deux droites multiples d'ordre $\nu$.

» On peut remarquer également que le point O est multiple d'ordre $2\nu$ sur la surface S, et que le lieu des tangentes en ce point se compose de $\nu$ cônes du second ordre, passant tous par la droite A et les deux asymptotes, et chacun par une des $\nu$ droites D qui passent en O. En sorte que, si l'on considère deux telles surfaces S, $S_1$, la ligne d'intersection L qu'elles ont en commun, outre la droite A et les deux asymptotes, a en O un point multiple d'ordre $\nu\nu_1$.

» Considérons effectivement une pareille surface $S_1$, déterminée par la même construction opérée sur les droites $D_1$ satisfaisant à une autre double condition, d'ordre $\mu_1$ et de classe $\nu_1$. La ligne d'intersection L est de degré $d$ :

$$d = (\mu + 2\nu)(\mu_1 + 2\nu_1) - 3\nu\nu_1.$$

» A chaque point $\Omega$ de cette ligne L correspond un plan passant par la droite $O\Omega$, dont la trace sur le plan P est perpendiculaire à cette droite $O\Omega$, et qui contient un couple de droites conjuguées (D, $D_1$).

» Il est clair que, parmi ces couples de droites conjuguées, se trouve chacun de ceux de droites D, $D_1$ confondues, c'est-à-dire de droites satisfaisant à la fois aux deux doubles conditions données. Comme deux droites conjuguées ont un point $\Omega$ commun, on aura le nombre des couples de droites conjuguées confondues par celui des couples de droites dont les traces sur le plan P sont confondues, diminué de celui des couples dont le point $\Omega$ est dans ce plan.

» Les droites D dont les points $\Omega$ sont sur la ligne L forment une surface $\Sigma$, qui a pour ligne multiple d'ordre $\mu_1$ chacune des $\mu$ droites D du plan P. A chacune des $\nu\nu_1$ branches de la ligne L au point O correspond un couple de droites D, $D_1$, passant en ce point, et une nappe de la surface $\Sigma$. De plus, chacune des droites D, passant au point O, rencontre, en outre, en $\mu_1$ autres points la surface $S_1$, de degré $\mu_1 + 2\nu\nu_1$, avec point multiple d'ordre $2\nu_1$ en O. Donc, chacune des $\nu$ droites D passant en O est multiple d'ordre $\mu_1 + \nu_1$ sur $\Sigma$ ; et le point O est multiple d'ordre $\nu(\mu_1 + \nu_1)$ de cette surface.

» De même, les droites conjuguées $D_1$ forment une surface $\Sigma_1$, qui a pour ligne multiple d'ordre $\mu$ chacune des $\mu_1$ droites $D_1$ du plan P, et pour point multiple d'ordre $\nu_1(\mu + \nu)$ le point O.

» Nous avons vu plus haut que les droites D dont les traces sont sur un rayon issu de O, dans le plan P, ont leurs points Ω sur une courbe de degré $\mu + \nu$, avec point multiple d'ordre $\nu$ en O, et située dans le plan mené en O perpendiculairement à ce rayon. De même les droites $D_1$ qui rencontrent le même rayon ont leurs points $\Omega_1$ sur une courbe du même plan, de degré $\mu_1 + \nu_1$, avec point multiple d'ordre $\nu_1$ en O. Par suite, les points Ω des couples de droites conjuguées, dont les traces sont sur ce rayon, sont les intersections de ces deux courbes, autres que le point O, et leur nombre $n$ est

$$n = (\mu + \nu)(\mu_1 + \nu_1) - \nu\nu_1.$$

» Si l'on ajoute à ce nombre l'ordre de multiplicité du point O sur la surface Σ, on a le degré de la ligne suivant laquelle le plan P coupe cette surface, en outre des $\mu$ droites D de ce plan. De même pour la surface $\Sigma_1$. En sorte que les degrés des deux lignes sont respectivement

$$n + \nu(\mu_1 + \nu_1) \quad \text{et} \quad n + \nu_1(\mu + \nu).$$

» Soient $x$ et $y$ les distances, à une origine prise sur un axe du plan P, des projections, sur cet axe, des traces de deux droites conjuguées D et $D_1$. A chaque valeur de $x$ répondent les droites D de la surface Σ qui rencontrent la perpendiculaire à l'axe à cette distance $x$ de l'origine, les $\mu$ droites du plan étant exceptées. Leur nombre est $n + \nu(\mu_1 + \nu_1)$. A chaque valeur de $x$ répond ce nombre de valeurs de $y$. De même, à chaque valeur de $y$ répondent $n + \nu_1(\mu + \nu)$ valeurs de $x$. Il y a donc

$$2n + \nu(\mu_1 + \nu_1) + \nu_1(\mu + \nu)$$

systèmes de valeurs $x$, $y$ égales.

» Parmi ces systèmes sont compris ceux qui correspondent aux couples de droites conjuguées dont les traces sont sur la perpendiculaire à l'axe menée par O, et dont le nombre est $n$. Parmi ces systèmes sont compris aussi ceux qui correspondent aux couples dont les points Ω sont dans le plan P. Ces points Ω sont les intersections du plan P et de la courbe L, autres que les $\mu\mu_1$ points de croisement des $\mu$ droites D et des $\mu_1$ droites $D_1$ de ce plan. Leur nombre est donc $d - \mu\mu_1$. Il reste donc

$$n + \nu(\mu_1 + \nu_1) + \nu_1(\mu + \nu) - d + \mu\mu_1 = \mu\mu_1 + \nu\nu_1$$

couples de *droites conjuguées confondues;* ce qui démontre le théorème annoncé. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants électriques obtenus par la flexion des métaux.* Note de M. P. VOLPICELLI. (Extrait.)

« La moindre flexion produite dans une longueur métallique donne lieu à un courant électrique, quand cette longueur fait partie d'un circuit conducteur fermé. C'est ce qui fut démontré pour la première fois par Peltier (1), et le résultat de ses expériences fut confirmé par M. A. de la Rive. Peltier fit un grand cercle avec un fil de cuivre, qu'il mit en communication avec le galvanomètre à fil court, et il remarqua que, en courbant de quelque manière que ce soit le même fil, il se produisait un courant électrique, qui ne pouvait être attribué à l'influence magnétique de la terre; nous verrons cependant que, dans quelques cas, ces courants sont influencés par le magnétisme terrestre. Peltier remarqua encore que, en frottant simplement le fil de cuivre avec les doigts, ou avec un morceau de drap, on produisait des courants électriques. Mais il faut observer que, en faisant des expériences de cette manière, l'action calorifique est la cause principale du courant, car il suffit, pour le produire, de serrer entre les doigts le fil sans aucun frottement. Quant à la direction des courants, Peltier ne put pas s'en rendre compte.

» Je me suis servi d'un galvanomètre à réflexion pour continuer les recherches de M. Peltier, et il faut ajouter les faits suivants à ceux que nous avons déjà mentionnés sur le sujet qui nous occupe.

» 1° Les courants électriques de flexion s'obtiennent non-seulement avec le cuivre, mais avec tous les métaux; seulement le cuivre, dans les mêmes circonstances, produit sur l'aiguille astatique une plus grande déviation que les autres métaux. Ces courants présentent un cas assez remarquable, celui d'une transformation totale de la force vive en électricité; ce cas se présente pour le plomb, métal tout à fait dépourvu d'élasticité.

» 2° Il n'est pas nécessaire d'employer une longueur métallique très-grande, pour produire des courants sensibles de flexion; il suffit d'une longueur d'un décimètre.

» 3° En réunissant entre eux les rhéophores du galvanomètre, si courts qu'ils soient, puis en leur faisant subir la moindre flexion, on obtiendra une déviation sensible de l'aiguille. Il en résulte que, dans les expériences faites avec cet instrument, les rhéophores ne doivent être soumis à aucune

(1) DE LA RIVE, *Traité d'électricité*, t. II, p. 573; Paris, 1856. — DAGUIN, *Traité de Physique*, t. III, p. 294; Paris, 1861. — *L'Institut*, vol. III, année 1835, p. 218.

flexion. Cette précaution, qui n'a pas encore été recommandée, est absolument nécessaire pour l'exactitude des résultats.

» 4° Les courants de flexion ne dépendent pas sensiblement du développement de la chaleur produite par la flexion, car ces courants cessent dès que cesse la flexion. Mais si ces flexions se répétaient souvent, et à de très-courts intervalles, on verrait se manifester l'influence des courants thermo-électriques.

» 5° Les courants de flexion sont si faibles qu'ils ne sont pas appréciables au moyen d'un galvanomètre à fil long et mince, et en cela ils ressemblent aux courants thermo-électriques.

» 6° Si l'on opère la flexion en écartant l'un de l'autre les deux bouts de la longueur métallique, on obtient un courant dirigé en sens contraire de celui que l'on obtient en rapprochant les deux mêmes bouts. Ces courants de direction opposée sont égaux en intensité, et j'appelle *courant d'ouverture* le premier, et *courant de fermeture* le second.

» 7° En retournant les bouts de la longueur métallique, mais non pas les rhéophores, la direction du courant de flexion ne change pas dans le galvanomètre. En outre, en altérant beaucoup l'agrégation moléculaire, dans une partie seulement de la longueur métallique, la direction du courant n'est pas changée, bien que l'on renverse les extrémités de cette même longueur. Pareillement, une longueur métallique avec de nombreux plis en zigzag, dont quelques-uns seulement ont été battus au marteau, fournit toujours un courant de la même direction, quoiqu'on renverse les extrémités de cette même longueur, c'est-à-dire que cette direction, indépendamment du renversement ci-dessus indiqué, est dans un sens quand on écarte les extrémités, et en sens contraire quand on les rapproche. En outre, une longueur composée de métaux différents soudés entre eux donne un courant de flexion dans le même sens, même si l'on en renverse les extrémités. Ces faits démontrent que la direction des courants de flexion ne dépend pas d'une manière sensible de l'homogénéité différente de la même longueur métallique.

» A ce propos, je ferai observer que j'ai obtenu des courants thermo-électriques de l'eau et du mercure, dans un cylindre de verre fermé et chauffé au milieu par une flamme d'alcool. Dans ce cas même, si l'on renverse les bouts du cylindre, le courant conserve la même direction.

» 8° Si la flexion, dans une longueur métallique quelconque, s'exécute de telle façon que les rhéophores, à l'extrémité desquels cette longueur est fixée, tournent dans un plan *horizontal*, il se produit un courant qui varie

en intensité suivant la nature du métal, mais qui, toutes choses égales d'ailleurs, reste également intense en tous les points du même plan. Cela est aussi vrai pour les flexions d'ouverture que pour celles de fermeture, dont les deux courants correspondants sont contraires entre eux pour la direction, quelle que soit la nature de la longueur métallique. Mais si la flexion s'exécute de manière que les rhéophores tournent dans un plan *vertical*, alors le courant de flexion se ressent de l'influence magnétique terrestre. Dans ce second cas, le courant passe par un minimum qui est nul, tant au nord qu'au sud du méridien magnétique; ainsi l'effet dû à cette influence résulte d'un maximum. Le courant au contraire devient maximum tant à l'est qu'à l'ouest; ainsi l'influence sus-mentionnée devient un minimum. De plus ces courants sont dirigés en sens contraires dans les deux points cardinaux diamétralement opposés est et ouest.

» Il est à remarquer que vu l'extrême sensibilité de l'aiguille astatique à réflexion, les perturbations du magnétisme terrestre doivent devenir très-sensibles sur l'aiguille même. Lorsque ce cas arrive, il est impossible de faire des recherches sur les courants de flexion dans des plans verticaux, parce que ces recherches seraient tout à fait incertaines.

» 9° Un des moyens pour déterminer la direction du courant de flexion est le suivant : que l'expérimentateur se place de façon à avoir devant lui non-seulement la longueur métallique, mais encore le galvanomètre et l'échelle sur laquelle se réfléchit l'image de l'index. Supposons, en outre, que les rhéophores, qui partent du galvanomètre et qui se joignent aux extrémités de la longueur métallique, ne présentent pas d'intersection. Cela posé, quand les flexions se produisent dans un plan horizontal, le courant d'ouverture est dirigé dans la longueur métallique, de la gauche à la droite de l'expérimentateur, tandis que le courant de fermeture est dirigé de droite à gauche. Il faut observer que, dans le courant d'ouverture, les molécules métalliques s'éloignent les uns des autres dans la concavité du métal, tandis que celles de la convexité se rapprochent, et que le contraire a lieu dans le courant de fermeture. Peut-être que la marche opposée des courants de flexion, que nous avons ici indiquée, dépend de ces altérations inverses de l'équilibre moléculaire.

» 10° Les longueurs métalliques égales entre elles, superposées les unes aux autres, engendrent un courant de flexion moins intense que celui qui est produit par une seule longueur.

» 11° Si cette longueur, réduite en zigzag avec des plis uniformes, est tirée horizontalement, en la prenant exactement dans son milieu, il ne se

produit aucune déviation dans l'aiguille. Si au contraire la même longueur n'a aucun pli, alors, bien que tirée horizontalement par son milieu, elle produit une déviation sensible sur l'aiguille. Ceci s'explique en observant que, dans le premier cas, les sinuosités de la longueur métallique doivent s'ouvrir, et que en même temps les deux bras de la même longueur doivent se rapprocher. Ces flexions contraires produisent des courants qui, pour être opposés entre eux, doivent avoir une résultante nulle.

» 12° En augmentant ou en diminuant la vitesse dans la production des flexions, on augmente ou on diminue l'intensité du courant. Cela se vérifie, soit que la longueur métallique présente des plis, soit qu'elle n'en présente pas.

» 13° A circonstances égales, en augmentant le nombre des plis dans une longueur métallique, on diminue l'intensité du courant de flexion, de sorte que son intensité devient un maximum quand il n'y a pas de plis.

» 14° Un fil métallique tendu horizontalement entre les rhéophores produit un courant s'il est éloigné de sa position d'équilibre; mais si on le fait revenir à cette même position, il produit un courant en sens contraire. Mais, si l'on frappe ce fil métallique en le faisant vibrer rapidement, de manière à lui faire rendre un son, l'aiguille ne diverge pas, car alors se produisent presque en même temps des courants de directions opposées.

» 15° Nous devons conclure du paragraphe 8°, que, dans le cas où la flexion de la longueur métallique se produit dans un plan vertical, alors en allant régulièrement du nord à l'est, l'intensité du courant, d'abord nulle, va en augmentant; puis, de l'est au sud, le courant va en diminuant jusqu'à devenir de nouveau nul; du sud à l'ouest, il va toujours en augmentant; enfin, de l'ouest au nord, il diminue continuellement, pour s'annuler de nouveau. L'acier aimanté ne présente aucune exception à ce que nous venons d'exposer.

» 16° Lorsque la flexion se fait d'une manière quelconque dans un plan horizontal, le courant produit marche toujours, dans le galvanomètre, en sens contraire de celui qui se produit lorsque la flexion se fait dans un plan vertical, mais à l'est; il marche toujours dans le même sens que celui qui se produit dans le même plan vertical, mais à l'ouest.

» 17° Une longueur formée de différents métaux soudés entre eux produit, toutes choses égales d'ailleurs, un courant de flexion moins intense de celui qui est produit par une même longueur, formée avec un seul métal. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'état des corps dans les dissolutions : sels de peroxyde de fer; par* M. **Berthelot**.

« 1. L'étude des doubles décompositions où figurent les sels de peroxyde de fer est des plus instructives; mais cette étude doit être précédée par celle de l'état véritable de combinaison affecté par lesdits sels, simplement dissous. On sait, en effet, quels singuliers phénomènes offrent les dissolutions ferriques, comment l'acétate ferrique, d'après Péan de Saint-Gilles (1), le chlorure ferrique, d'après M. Debray (2), sont décomposés par la chaleur dans leurs dissolutions, en acide libre et oxyde de fer, ce dernier étant précipitable en nature par divers réactifs; on connaît aussi les expériences de Graham sur l'oxyde de fer colloïdal (3), qui existe dans les dissolutions des sels basiques. J'ai fait quelques nouvelles expériences sur ces réactions, en m'aidant du thermomètre.

» 2. J'ai préparé d'abord du sulfate de peroxyde de fer très-pur. Cette préparation est bien connue; mais elle exige beaucoup d'attention dans la dessiccation du sel. Pour en vérifier la pureté, je prépare une liqueur renfermant (4) 1 équivalent $SO^4 fe$ ($66^{gr},7$) par litre, la dissolution du sel étant opérée à froid, ce qui exige deux ou trois jours. Puis je précipite 25 centimètres cubes de cette liqueur, par un volume rigoureusement équivalent de potasse; la liqueur filtrée doit être sans action sur le tournesol bleu, mais elle devient acide par l'addition de la moindre trace d'acide sulfurique. Tous les échantillons employés dans mes expériences ont été soumis à cette épreuve, à laquelle ne résistent ni un sel basique, ni un sel incomplétement débarrassé de l'acide excédant.

» L'acétate ferrique a été préparé par double décomposition, au moyen du sulfate ferrique et de l'acétate de plomb équivalent.

» Quant à l'azotate ferrique, c'est un sel cristallisé, bien défini : celui que j'ai employé répondait d'après l'analyse à $AzO^6 fe, 6Aq$.

» 3. Examinons l'influence de l'eau et celle de la chaleur sur chacun de ces sels : on peut définir ces influences par les quantités de chaleur dégagées lorsqu'on fait agir la potasse sur les sels dissous, à équivalents égaux.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 47.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 913.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXV, p. 177.

(4) $fe = \frac{2}{3}$ Fe.

Soit d'abord le sulfate ferrique :

$$1^{\circ}\ SO^4 fe\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + KO\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}).$$

Sel récemment dissous. .......................................... + 10,01.
Liqueur portée à 100° pendant quelques minutes, puis refroidie. .... + 10,15.

2° { $SO^4 fe\ (1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + Aq\ (8^{\text{lit}})$ ................................ + 0,10.
Cette liqueur, conservée pendant trois semaines, + KO ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$). + 9,80.

» Le sulfate ferrique n'éprouve donc ni décomposition notable par la dilution, ni transformation permanente par l'ébullition.

» 4. Mêmes conclusions pour l'azotate ferrique :

$$1^{\circ}\ AzO^6 fe\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + KO\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}).$$

Sel récemment dissous.......................................... + 7,87.
Liqueur portée à 100° pendant quelques minutes, puis refroidie....... + 8,06.

» Il n'y a donc pas eu séparation permanente entre l'acide et la base (1); mais si l'on évapore la liqueur, il en est autrement, l'acide azotique distille, et il se précipite de l'oxyde de fer; ce phénomène était déjà commencé dans l'expérience ci-dessus.

2° { $AzO^6 fe\ (1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + Aq\ (10^{\text{lit}})$.............................. − 0,36.
Cette liqueur, au bout de trois semaines, + KO ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$).. + 8,58.

» Ce chiffre surpasse notablement la somme $7,87 + 0,36 = 8,23$, ce qui semble indiquer un commencement de décomposition, effectuée lentement dans la liqueur diluée.

» 5. Soit l'acétate ferrique :

$$1^{\circ}\ C^4H^3 feO^4\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) + KO\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}).$$

Sel récemment préparé............................ + 8,87
Le même, au bout de trois semaines.............. + 8,76.

» Ce sel, obtenu par double décomposition, subsiste tel quel pendant sa conservation; cependant il n'est pas douteux que l'acide et la base ne soient déjà séparés en partie dans la dissolution : l'odeur acétique de la liqueur suffit pour le prouver.

2° Liqueur portée à 100 degrés pendant quelques minutes, puis refroidie.. + 12,72.

---

(1) La stabilité de l'azotate ferrique à 100 degrés a été déjà signalée par M. Scheurer-Kestner. (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVII, p. 232).

» Ce chiffre accuse une séparation à peu près complète entre l'acide acétique et l'oxyde de fer; car l'acide acétique pur et la potasse dégagent + 13,33. La présence d'un peu de sel ferrique subsistant est d'ailleurs facile à constater, en précipitant l'oxyde ferrique par le sulfate de potasse.

» Sous l'influence du temps, l'acide et l'oxyde tendent à se recombiner; mais cette réaction est très-lente, si tant est qu'elle puisse reproduire l'état primitif. En effet, j'ai trouvé, au lieu de + 8,87 :

Après trois heures.......... + 12,72
Après quatre jours.......... + 12,56
Après dix-huit jours.......... + 12,13

» 3° L'acétate de fer chauffé à 100 degrés est précipité, après refroidissement, par le sulfate de potasse, par l'acide sulfurique, qui en séparent de l'oxyde de fer, etc., selon les observations de Péan de Saint-Gilles. Voici la chaleur mise en jeu dans ces réactions, opérées à froid :

$C^4H^3feO^4$ (chauffé) + $SO^4K$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$).... − 0,16.

Cette quantité répond à peu près à la réaction de $C^4H^4O^4$ sur $SO^4K$. D'où il suit que *la coagulation de l'oxyde de fer* qui se produit au même moment *répond à un phénomène thermique très-faible, sinon nul :* résultat fort important pour la théorie de la solidification des corps non cristallisés.

» 4° $C^4H^3feO^4$ (chauffé) + $SO^4H$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) dégage + 0,46 au moment du mélange; cette première action est suivie d'une réaction plus lente qui dégage une nouvelle quantité de chaleur, plus grande encore que la première, mais que la lenteur du phénomène ne m'a pas permis de mesurer avec exactitude. Le premier dégagement de chaleur peut être attribué à la coagulation du précipité; mais le dégagement consécutif semble traduire une *condensation moléculaire* qui se poursuit, car l'oxyde lavé ne retient pas la plus légère trace d'acide sulfurique. Cet oxyde ainsi lavé est devenu insoluble dans l'eau. Les acides étendus ne le dissolvent pas immédiatement à froid, si ce n'est l'acide chlorhydrique.

» 6. Non-seulement l'acétate de fer est décomposé presque complétement par l'ébullition, mais la décomposition qu'il manifeste déjà à froid s'accroît avec la proportion d'eau mise en présence, sans qu'on ait besoin d'élever la température. Seulement les effets de la dilution ne sont pas instantanés comme avec le carbonate d'ammoniaque; mais ils se manifestent seulement sous l'influence du temps, comme pour l'éther acétique. L'expérience est très-digne d'intérêt.

1° $C^4H^3feO^4$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + Aq ($10^{\text{lit}}$).... − 0,56.

Cette liqueur diluée, traitée presque immédiatement par la potasse,

$+$ KO ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) dégage... $+9,76$ au lieu de $+8,87$ (liqueur concentrée)
$+SO^4H$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) » ... $+2,41$ » $+1,36$ »

» Ces nombres semblent déjà indiquer une nouvelle absorption de $-0,40$ environ, effectuée lentement pendant les manipulations. Mais la décomposition est bien plus manifeste au bout de trois semaines. On obtient alors, la dissolution étant demeurée limpide, pour :

KO..... $+11,32$ au 1er moment, et $+12,82$ après quelques minutes;
$SO^4H$... $+1,34$ » et $+3,68$ et davantage, après quelques minutes.

» Les premiers de ces chiffres indiquent une séparation presque complète entre l'acide et l'oxyde de fer. Ils ne sont pas d'ailleurs strictement comparables aux précédents, attendu que l'acide sulfurique s'unit à l'oxyde de fer dans la dissolution d'acétate récemment diluée, sans en rien séparer; tandis qu'il coagule la presque totalité de l'oxyde de fer dans l'acétate dilué depuis trois semaines; l'oxyde ainsi précipité ne retient pas trace d'acide sulfurique. Il n'est pas d'ailleurs identique avec l'oxyde séparé de l'acide acétique par la chaleur, ce dernier étant plus rouge, plus contracté, moins gélatineux. Enfin l'oxyde précipité au sein de l'acétate décomposé par dilution, qu'il soit séparé par l'acide sulfurique ou par la potasse, ne demeure pas dans son état premier; mais il éprouve une suite de transformations, de déshydratations et de condensations, traduites par des dégagements de chaleur qui se prolongent indéfiniment.

» 2° Citons encore les expériences suivantes :

$C^4H^3 \mathit{fe} O^4$ ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$) + Aq ($2^{\text{lit}}$)..................... $-1,10$
$+$ KO, immédiatement après la dilution.......... $+8,70$.

Après trois semaines, la solution d'acétate ferrique est remplie par un précipité gélatineux, ce qui n'était pas arrivé dans les essais ci-dessus.

» Elle dégage alors

KO ($1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}$)......... $+10,42$,

chiffre qui accuse une séparation considérable entre l'oxyde et l'acide, quoique moins complète que ci-dessus, la proportion d'eau étant moindre.

» En résumé, l'oxyde de fer et les acides ne sont unis que d'une manière incomplète dans les dissolutions des sels ferriques : l'eau intervient dans les équilibres qui caractérisent cet ordre de combinaisons. Son rôle décomposant est surtout manifeste pour les sels formés par les acides faibles, tels

que l'acétate ferrique; il s'exerce en raison des proportions relatives; il est accru par l'élévation de la température. Ce n'est pas tout : la réaction de l'eau sur les sels ferriques n'est pas instantanée, mais progressive, précisément comme la décomposition des éthers par l'eau, soit que l'oxyde de fer change d'état moléculaire en se séparant des acides, soit que sa fonction chimique véritable soit analogue à celle d'un alcool. Enfin les effets ne sont pas toujours réversibles par le seul fait d'un changement réciproque dans les conditions de température ou de proportions relatives, attendu que l'oxyde de fer, une fois séparé des acides, prend certains états moléculaires nouveaux, comparables à une condensation polymérique, et qui le rendent incapable de régénérer les combinaisons primitives. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition spontanée de divers bisulfites.* 3e Note de **M. C. Saint-Pierre**, présentée par M. Balard.

« L'Académie m'a fait l'honneur d'accueillir l'exposé de mes recherches sur la décomposition spontanée du bisulfite de potasse (*Comptes rendus*, 12 mars 1866 et 18 septembre 1871). — Ce sel donne, en vase clos et en solution concentrée ou étendue, un dépôt de soufre, de l'acide sulfurique et un ou plusieurs acides de la série thionique. Il était naturel de rechercher comment se comporteraient, dans des conditions analogues, d'autres bisulfites.

» I. *Acide sulfureux.* — Je me suis demandé si la molécule de l'acide sulfureux lui-même n'éprouverait pas une décomposition spontanée. Dans ce but, j'ai scellé (8 janvier 1868) deux tubes contenant de l'acide sulfureux anhydre liquéfié, et deux autres tubes contenant une solution très-concentrée d'acide sulfureux. Ces appareils ont été chauffés plus d'un mois au bain-marie, puis abandonnés en repos. Les liqueurs se sont conservées limpides et incolores jusqu'à présent; il n'y a eu ni dépôt de soufre, ni trace de décomposition. C'est donc à l'influence de la base qu'il faut attribuer les faits que j'ai eu occasion d'observer précédemment, et les expériences ci-après montrent que l'oxyde de plomb et la baryte se comportent dans ce cas comme la potasse.

« II. *Bisulfite de plomb.* — Le 10 février 1867, on prépare ce sel en saturant le carbonate de plomb délayé dans l'eau par le gaz sulfureux. — On filtre et on conserve en tube scellé, à la température du laboratoire. Le 28 avril 1868, on ouvre plusieurs tubes dans lesquels on avait déjà observé depuis longtemps la formation d'un précipité blanc de sulfate de plomb. —

Le liquide des tubes rapidement filtré permet de recueillir ce précipité et donne une liqueur qui est fortement acide, et précipite par le nitrate de baryte à l'état de sulfate insoluble dans l'acide nitrique. Elle contient donc de l'acide sulfurique libre. La liqueur ne précipite pas par le sulfure ammonique, elle ne contient donc pas de plomb.

» Par le sulfate de cuivre, à froid, la liqueur ne précipite pas; mais elle précipite à chaud. Or, l'acide sulfureux et les bisulfites n'ont pas donné, dans ces conditions, de précipité avec notre sulfate de cuivre. Nous rapportons donc la réduction du sel cuivrique à la présence d'un acide de la série thionique, peut-être l'acide hyposulfurique, mais nous n'avons eu à notre disposition que des quantités trop faibles de matière pour déterminer cet acide. — Le nitrate mercureux a été réduit de même.

» Quant au précipité recueilli sur le filtre, il contient, outre le sulfate de plomb, des traces de soufre libre. En effet, mis en digestion avec du sulfure de carbone, il a donné une solution qui, évaporée sur un verre de montre, abandonne un léger résidu jaunâtre, insoluble dans l'eau, soluble dans quelques gouttes d'acide azotique fumant et chaud. Cette dernière solution évaporée, reprise par l'eau et traitée par le nitrate de baryte, précipite à l'état de sulfate barytique.

» III. *Bisulfite de baryte.* — Je me procure ce sel en saturant par l'acide sulfureux le carbonate de baryte délayé dans l'eau. La liqueur est filtrée rapidement et scellée dans des tubes, assez vite pour qu'il n'y ait que des traces à peine sensibles de sulfate de baryte formé par l'action de l'air. Les tubes sont chauffés au bain-marie. Après dix ou douze heures de chauffe, le précipité blanc a augmenté; les tubes ouverts contiennent encore de l'acide sulfureux, mais ils renferment aussi de l'acide sulfurique libre. Ce dernier composé s'est donc formé en quantité supérieure à celle qui pouvait saturer la baryte. Débarrassée de l'acide sulfurique, la liqueur contient un autre corps acide de la série thionique, précipitant en noir les sels mercureux et le nitrate d'argent.

» IV. Les expériences ci-dessus démontrent que l'acide sulfureux chauffé en vase clos résiste dans des conditions où certains bisulfites se décomposent. Les bisulfites donnent une quantité d'acide sulfurique supérieure à celle que peut saturer la base. Cette oxydation ayant lieu en vase clos ne peut se faire sans la production corrélative d'un corps moins oxydé que l'acide sulfureux. Nous avons obtenu ainsi des acides de la série thionique et même un dépôt de soufre. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la chaleur absorbée pendant l'incubation.* Note de **M. A. Moitessier**, présentée par M. Balard.

« Un œuf fécondé ne donne naissance à un être vivant qu'à la condition d'être maintenu, pendant un certain temps, à une température déterminée. Quel est le rôle de la chaleur pendant l'incubation? telle est la question que je me suis proposé de résoudre. On pouvait se demander, en effet, si la chaleur nécessaire à l'œuf pour son évolution ne disparaissait pas en partie, en se transformant; je crois avoir démontré que cette transformation s'effectue réellement; c'est du moins ce qui me paraît résulter des expériences que je vais décrire. Après bien des essais, je me suis provisoirement arrêté à la méthode suivante, qui permet de suivre, sans la mesurer, la marche du phénomène. Cette méthode est fondée sur la comparaison de la vitesse de refroidissement d'œufs fécondés et d'œufs non fécondés, portés à la même température initiale.

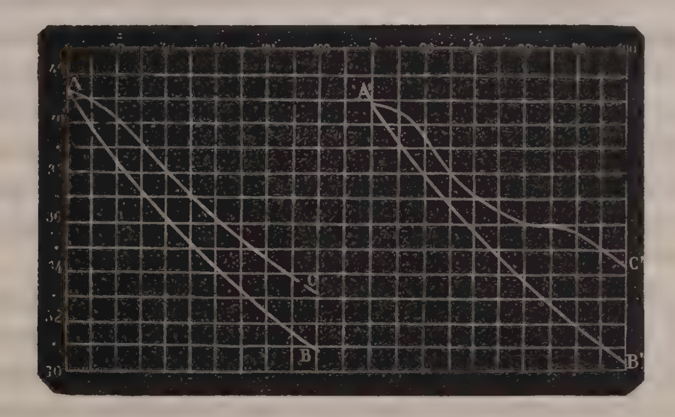
» L'appareil dont j'ai fait usage n'est autre qu'une petite couveuse, d'une forme particulière. Il se compose d'un vase cylindrique contenant deux à trois litres d'eau, dont la température est maintenue constante, à 41 degrés environ, par une lampe à gaz alimentée par un régulateur de M. Schlœsing. Au milieu de la masse d'eau, se trouve un second vase rempli d'air, qui renferme les œufs. Ce vase, complétement entouré d'eau, ne communique avec l'extérieur que par une tubulure destinée à recevoir un thermomètre. Une enveloppe protége le tout contre les causes extérieures de refroidissement. Enfin, deux thermomètres, dont l'un est plongé dans l'eau de l'étuve, l'autre dans le compartiment intérieur, complètent l'appareil. Ces thermomètres sont observés avec une lunette, et doivent être assez sensibles pour permettre l'évaluation d'un dixième de degré. La couveuse qui a servi à ces recherches contenait trois œufs, placés verticalement à côté les uns des autres; c'est dans l'espace compris entre les trois œufs qu'est placé le thermomètre intérieur.

» Les œufs sont introduits dans l'appareil, préalablement porté à la température convenable, et, au bout de quelques heures, les deux thermomètres indiquent des températures stationnaires et identiques. On éteint alors la lampe à gaz et l'on observe, de minute en minute, la marche descendante des deux thermomètres. L'expérience démontre, comme on devait s'y attendre, que l'eau de l'étuve se refroidit plus vite que l'air de la boîte intérieure; mais les résultats sont essentiellement différents,

selon que la couveuse contient des œufs non fécondés ou des œufs fécondés.

» Dans le premier cas, le refroidissement des deux thermomètres suit une loi très-régulière, comme l'indiquent les deux courbes AB, AC, dont les ordonnées représentent les températures, et les abcisses les temps évalués en minutes.

» Si, dans le même appareil, on substitue aux œufs de l'expérience précédente des œufs fécondés, soumis depuis quelques jours à une incubation naturelle ou artificielle, la marche du thermomètre intérieur est profondément modifiée, tandis que celle du thermomètre plongé dans l'eau de l'étuve n'a pas sensiblement changé. Les deux courbes A′B′, A′C′ indiquent les résultats de l'expérience pour des œufs de sept jours d'incubation.




» On voit, par l'inspection seule de la figure, combien la courbe A′C′ diffère de la courbe AC; non-seulement elle se rapproche plus rapidement, à son origine, de celle qui correspond au thermomètre de l'étuve, mais encore elle présente, à 36 degrés, un point singulier qui la ramène brusquement à coïncider avec la courbe AC. Les œufs fécondés se refroidissent donc plus vite, entre 41 et 36 degrés, que les œufs non fécondés, au-dessous de cette température; les uns et les autres se comportent de la même manière.

» Cette expérience ne me paraît comporter qu'une seule interprétation: le refroidissement plus rapide des œufs fécondés suppose nécessairement qu'une partie de la chaleur qu'ils possédaient à l'origine du refroidissement a disparu, comme chaleur sensible, et cette chaleur ne peut disparaître qu'en se transformant. Il est évident, d'ailleurs, que cette absorption de chaleur

par des œufs vivants doit se faire d'abord aux dépens de leur chaleur propre, et que l'air ambiant ne se refroidit qu'avec beaucoup plus de lenteur; de sorte que, si l'on pouvait suivre avec rigueur la marche de la température dans l'œuf lui-même, la différence d'allure des deux courbes serait bien plus accentuée. On voit, de plus, que l'incubation aurait un effet utile dans des limites comprises entre 41 et 36 degrés. Je dois dire, cependant, que le point d'inflexion qui correspond, pour la courbe A'C', à la température de 36 degrés, n'a pas une position absolument fixe; il s'est déplacé, dans mes expériences, entre 36°,8 et 35°,2. Ce fait me paraît tenir surtout à l'époque de l'incubation, bien que je n'aie pu saisir de relation bien nette entre cette donnée et le déplacement du point d'inflexion.

» Les résultats qui précèdent ont été soumis à de nombreux contrôles; répétée un grand nombre de fois, à diverses époques de l'incubation, l'expérience a toujours conduit à des résultats analogues, et un insuccès correspondait toujours à la mort ou à la non-fécondation d'un ou de plusieurs œufs. De plus, si l'on tue, par un refroidissement prolongé ou par un échauffement exagéré, les trois œufs qui ont fourni une courbe telle que A'C', on obtient invariablement, en les soumettant de nouveau à l'expérience, une courbe identique à AC.

» Enfin, comme dernière vérification, j'ai cru devoir recourir à la détermination de la chaleur spécifique des œufs morts et des œufs vivants. On voit, en effet, d'après ce qui précède, qu'un œuf fécondé se comporte, *pendant qu'il se refroidit*, comme s'il possédait une chaleur spécifique plus faible que celle d'un œuf non fécondé. Malgré les incertitudes qui doivent nécessairement entacher des déterminations de cette nature, je citerai les nombres suivants, obtenus par la méthode des mélanges, pour des températures comprises entre 41 et 15 degrés, et qui paraissent confirmer les premiers résultats :

| | Chaleurs spécifiques. | Observations. |
|---|---|---|
| OEuf non fécondé.................. | 0,725 | » |
| OEuf fécondé (7 jours d'incubation).... | 0,667 | Vivant après l'expérience. |
| OEuf fécondé (10 jours d'incubation)... | 0,700 | Mort pendant l'expérience. |

» Les données qui précèdent ne peuvent être considérées que comme *qualitatives;* aussi, m'a-t-il été impossible d'en tirer aucune déduction, soit sur les quantités de chaleur absorbées, soit sur les rapports de ces quantités aux diverses périodes de l'incubation. La solution du problème me paraît

cependant abordable, et je serai heureux si l'Académie veut bien m'autoriser à lui communiquer les résultats de nouvelles recherches que je poursuis en ce moment, par une méthode entièrement différente. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les propriétés physiologiques et les métamorphoses des cyanates dans l'organisme.* Note de MM. **Rabuteau** et **Massul**, présentée par M. Robin.

« On sait, d'après les recherches de l'un de nous (1), que les chlorates ne subissent aucune réduction dans l'organisme, que les bromates s'y réduisent difficilement, que les iodates s'y réduisent tous avec la plus grande facilité, de sorte qu'on retrouve des iodures dans les urines des personnes qui ont pris ces derniers composés, ainsi que dans celles des animaux auxquels on les a administrés, ou dans le sang desquels on les a injectés.

» Il était intéressant de savoir ce que devenaient les cyanates dans l'économie. On pouvait se demander, d'abord, si ces composés étaient toxiques, puis s'ils se réduisaient en se transformant en cyanures, où s'ils subissaient dans l'organisme la décomposition qu'ils éprouvent au contact de l'eau.

» Nos recherches, qui ont porté sur les cyanates de potasse et de soude, prouvent : 1° que ces sels ne sont pas toxiques, comme on aurait pu le présumer; 2° qu'ils donnent naissance dans l'économie à des carbonates alcalins.

» Quand on porte en une fois, dans l'estomac des chiens, des doses assez fortes de cyanate de potasse, 3 grammes par exemple, on constate que la santé de ces animaux continue d'être parfaite comme auparavant; de plus, leurs urines présentent bientôt une réaction fortement alcaline, elles font même effervescence avec les acides. L'injection de 25 centigrammes de sel, dans les veines d'un chien de petite taille, a rendu les urines de cet animal légèrement alcalines; quinze heures après l'injection, elles étaient encore presque neutres. Le cyanate de potasse, injecté dans le sang, chez les chiens, à la dose de 1 gramme, produit la mort; mais ce sel ne tue pas alors, parce que c'est un composé cyanique; il agit comme sel de potassium, de la même manière que le sulfate, le chlorure, le bicarbonate de potassium,

---

(1) Rabuteau, *Mémoires et comptes rendus de la Société de Biologie*, 1868 et 1869.

qui, injectés dans le torrent circulatoire à la dose de 1 gramme, produisent une mort foudroyante en arrêtant le cœur.

» Le cyanate de soude peut être injecté impunément chez un chien à la dose de 1 gramme, parce que les sels de sodium sont, pour ainsi dire, inoffensifs comparativement aux sels de potassium. Les urines deviennent alors franchement alcalines.

» Les cyanates de potasse et de soude donnent, par conséquent, naissance dans l'organisme à des carbonates de potasse et de soude. Nous n'avons pu retrouver, dans les urines, du carbonate d'ammoniaque, qui doit se produire également dans la décomposition des cyanates. Ce résultat négatif est conforme aux recherches de l'un de nous (1), qui a reconnu que le sesqui-carbonate d'ammoniaque, pris même à la dose de 5 grammes en un jour, ne rend pas les urines alcalines, car il se transforme partiellement en chlorure d'ammoniaque dans l'estomac, et la portion de ce sel qui a été absorbée se transforme en d'autres produits (azotate, d'après Bence Jones, ou plutôt phosphate, d'après M. Rabuteau).

» Il résulte de ces recherches qu'administrer des cyanates alcalins, c'est administrer des carbonates alcalins, comme lorsqu'on prescrit des acétates, des lactates, des tartrates, etc., de potasse ou de soude.

» L'urée ingérée dans l'estomac, ou injectée dans le sang, se retrouve en nature dans les urines. D'après ces données, il est probable que le cyanate d'ammoniaque, qui est isomère avec l'urée, ne se transformerait pas en ce principe, mais en carbonate d'ammoniaque dans l'organisme.

» Nos recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Robin, à l'École pratique de la Faculté de Médecine. »

ZOOLOGIE. — *Matériaux pour servir à l'histoire du Gymnètre épée* (Gymnetrus gladius *C. et V.*). — Note de **M. S. Jourdain**, présentée par M. Blanchard.

« Au mois d'avril 1871, M. Durand, lieutenant des douanes à Palavas (Hérault), envoya au laboratoire de la Faculté des Sciences de Montpellier un poisson de très-grande taille, qui avait été recueilli mort sur la plage, à peu de distance du petit port où ce fonctionnaire réside. Ce poisson est un Acanthoptérygien, de la famille des Ténioïdes, appartenant à une tribu

(1) *Gazette hebdomadaire*, 1871, n° 46.

établie par Cuvier et Valenciennes pour les espèces à bouche pourfendue et à museau protractile. De plus, l'absence d'une véritable nageoire anale, ainsi que la présence d'un rayon unique à la ventrale, le font rentrer sans incertitude dans le genre Gymnètre, proposé jadis par Bloch et adopté par les savants auteurs de l'*Histoire des Poissons*.

» Les Gymnètres, animaux d'une longueur considérable, au corps relativement étroit et très-comprimé, appartiennent à la catégorie de ceux que les pêcheurs confondent sous la dénomination générale de *Poissons ruban* ou *Poissons épée*. Ils arrivent rarement entre les mains du zoologiste, et encore, se rompant sous le moindre effort, n'y parviennent-ils presque toujours que plus ou moins incomplets et inutiles. Des représentants du genre Gymnètre existent dans nos eaux méditerranéennes; d'autres ont été signalés de loin en loin dans les mers du Nord, mais dans l'état actuel de la science ichthyologique il est impossible de savoir où il y a identité spécifique entre les divers spécimens étudiés par les naturalistes.

» L'individu soumis à notre examen, et qui nous a paru être le *Gymnetrus gladius* (1), avait éprouvé de regrettables mutilations; nous avons cru néanmoins, en présence d'une telle pénurie de documents, fournir un appoint de quelque utilité à l'histoire de ce genre en publiant nos observations sur cette espèce rare et curieuse.

» La longueur de notre individu, dont l'extrémité caudale n'était plus intacte, était de $3^{m},40$. La tête, depuis l'extrémité du museau jusqu'à l'union de l'occipital avec la première vertèbre dorsale, mesurait $0^{m},14$. Nous avons pu compter très-exactement les rayons de la dorsale qui se trouvaient au nombre de 338. Risso, dans la même espèce, en avait rencontré 246; Cuvier et Valenciennes en ont reconnu 340.

» Les téguments possèdent un pigment argenté des plus brillants, qui doit rendre ce poisson d'une admirable beauté quand il est vivant. La peau est semée de mouchetures grisâtres, chatoyantes, mentionnées déjà par Cuvier et Valenciennes.

» La bouche est presque inerme; la région palatine est dépourvue de dents, les maxillaires supérieur et inférieur seuls portent une rangée de dents si courtes et si fines qu'elles sont à peine sensibles au toucher.

» L'œsophage commençant en arrière de cette cloison fibreuse qui

(1) *Gymnetrus gladius*, Cuv. et Val.; — *Copola gladius*, Wallbaum ; — *Gymnetrus longiradiatus*, Risso.

sépare la cavité viscérale du vestibule branchio-pharyngien et aussi de la loge péricardique, se continue sans ligne de démarcation visible à l'extérieur avec l'estomac, lequel, dans sa plus grande largeur, mesure 4 à 5 centimètres. Le réservoir stomacal a la forme d'un cône excessivement allongé et atténué; son étendue en longueur est considérable: elle égalait $1^m,73$ dans notre exemplaire.

» Sur le côté gauche du sac stomacal, à $0^m,30$ de la cloison diaphragmatique, naît la portion pylorique de l'intestin grêle, qui après s'être dirigée transversalement, ne tarde pas à remonter en avant, parallèlement à l'estomac, puis parvenue à environ $0^m,12$ du diaphragme, se réfléchit de nouveau pour constituer la portion descendante terminale du tube digestif. L'anse pylorique de l'intestin grêle est nue, mais toute la portion ascendante est recouverte d'une très-grande quantité de cœcums de $0^m,003$ ou $0^m,004$ de diamètre, sur $0^m,02$ ou $0^m,03$ de longueur. Cette portion du tube digestif, examinée à l'intérieur, montre sur toute sa surface les orifices des cœcums pyloriques, aussi rapprochés que les alvéoles d'un gâteau d'abeilles. Un repli valvulaire très-court se rencontre à la jonction de l'estomac et de l'intestin pylorique. La portion terminale du canal alimentaire s'étend en ligne droite depuis l'anse terminale de l'intestin pylorique jusqu'à l'anus, en conservant à peu près le même diamètre.

» La rate, en forme de massue, dont la grosse extrémité regarde en avant, est située à environ $0^m,03$ du pylore; elle occupe la gouttière formée par l'accolement de l'estomac avec la portion descendante terminale de l'intestin.

» Le foie, d'un beau rouge orange, est constitué par un seul lobe ovalaire, d'environ $0^m,15$ de longueur sur $0^m,05$ de largeur. L'une des faces est creusée en gouttière suivant sa longueur, pour recevoir l'œsophage. Dans une scissure qui règne à $0^m,02$ du bord gauche de la glande, on aperçoit le canal excréteur de la glande, naissant par plusieurs branches au niveau du tiers inférieur du foie, et fournissant, après un court trajet, un canal cystique qui débouche presque immédiatement dans la grosse extrémité d'une vésicule biliaire pyriforme à parois très-minces et lisses intérieurement. Le canal hépatique, qui doit prendre alors le nom de *canal cholédoque*, après avoir reçu trois ou quatre conduits hépatiques, quitte le foie, longe l'intestin à cœcums pyloriques, et va s'ouvrir dans ce dernier, entre les embouchures des cœcums.

» Le cœur se compose, comme à l'ordinaire, d'une oreillette, d'un sinus

précardiaque, d'un ventricule et d'une bulbe. Le ventricule a la forme d'un tétraèdre assez régulier, dont la face supérieure, considérée comme base, est percée de deux orifices très-rapprochés : l'un, orifice auriculo-ventriculaire, garni de deux valvules comparables aux valvules sigmoïdes; l'autre, orifice ventriculo-bulbaire, protégé par deux valvules telles qu'on en rencontre chez tous les Téléostéens. L'orifice qui fait communiquer le sinus avec l'oreillette est aussi muni de replis valvulaires, dont la disposition rappelle celle de la valvule mitrale du cœur de l'homme. Les parois de l'oreillette possèdent à l'intérieur des colonnes charnues de différents ordres; leur épaisseur est faible. Il n'en est pas de même du ventricule, dont les parois musculaires ont au contraire un développement considérable qui en réduit singulièrement la cavité intérieure. Sur la face interne on observe plusieurs orifices qui correspondent à deux espaces rameux, ménagés entre les faisceaux musculaires qui entrent dans la composition du ventricule, et qui paraissent s'arrêter à une petite distance de la face externe de cette chambre cardiaque. Il en résulte que le ventricule, d'un tissu ferme et dense extérieurement, devient dans ses couches profondes spongieux, et s'imbibe de sang veineux au moment de la diastole ventriculaire.

» Comme dans la plupart des Téléostéens, les reins remontent fort avant dans la cavité abdominale. Les glandes, séparées d'abord à leur partie antérieure par les muscles branchio-vertébraux, s'étendent en arrière dans le sillon qui règne à la voûte de la cavité viscérale des deux côtés de la colonne vertébrale. Elles ne tardent pas à diminuer de volume, et se rapprochent sur la ligne médiane où elles s'accolent, de manière à se confondre enfin en une masse unique vers leur extrémité terminale qui est très-amincie. L'urétère, qui est unique, sort de la masse du rein à $0^m,02$ de son extrémité postérieure, puis, après un assez long trajet, se dilate en un réservoir vésical ellipsoïde, de $0^m,12$ à $0^m,14$ de longueur.

» Si l'on compare les résultats de nos dissections à ceux que Cuvier et Valenciennes ont consignés dans l'*Histoire des Poissons*, t. X, p. 265, on remarquera qu'il existe des différences notables en ce qui concerne les proportions des diverses parties de l'appareil urinaire. Cuvier et Valenciennes annoncent que les reins se prolongent en arrière aussi loin que l'estomac, tandis que, dans notre spécimen, il dépassait seulement de $0^m,19$ l'anse pylorique. Ce caractère conviendrait mieux au Gymnètre trait, autre espèce méditerranéenne, dont les reins, d'après les auteurs ci-dessus, se terminent avant la pointe de l'estomac. Cuvier et Valenciennes attribuent au réservoir urinaire une longueur de 1 mètre, dimen-

sion que nous ne retrouvons pas dans notre exemplaire, et qui, du reste, est en rapport avec la grande longueur trouvée pour la glande urinaire.

» Le *Gymnètre épée* et le *Gymnètre trait* demanderaient à être l'objet d'un examen comparatif rigoureux, portant sur des exemplaires en bon état de conservation. L'individu que nous avons examiné était une femelle. Les ovaires constituent deux sacs allongés, suspendus à la voûte de la cavité viscérale par un repli du péritoine. L'organe femelle se compose d'un double sac, sur les parois internes duquel se produisent les ovules, et qui se continue en diminuant de diamètre et en perdant sa couche ovigène, sous forme d'un oviducte qui va s'ouvrir dans le vestibule uro-génital. Toutefois, dans le Gymnètre épée, ainsi qu'on l'observe à titre exceptionnel chez les Téléostéens, les deux sacs ovariens, séparés et distincts sur une longueur de $0^{m},33$, se soudent et constituent une cavité ovarienne commune d'où naît un oviducte unique, de telle sorte que l'organe femelle se présente sous l'apparence d'un sac profondément bilobé en avant, comme on le voit dans la Carpe, et mieux encore dans le Chabot (*Cottus gobio*, L.). La disposition que nous signalons est tout à fait l'inverse de celle que Hyrtl [*Das uropoët. syst.* (*Mémoires de l'Académie de Vienne*; 1870, t. I, *Pl. LIII, fig.* 9)] a rencontrée dans un autre Ténioïde, le *Trachypterus iris*, espèce méditerranéenne, où les sacs ovariens, confondus en avant, reprennent en arrière leur individualité. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Description des plantes fossiles de Ronzon* (*Haute-Loire*). Note de **M. A.-F. Marion**, présentée par M. Decaisne.

« La végétation du centre de la France à l'époque tongrienne n'est représentée, dans les calcaires marneux de Ronzon, que par les seize espèces suivantes :

| Espèces de Ronzon. | Espèces actuelles analogues. |
|---|---|
| Equisetum ronzonense, Mari. . . . . . . . . . . . . . | » |
| Sparganium stygium, Heer. . . . . . . . . . . . . . | » |
| Typha latissima, A. Braun. . . . . . . . . . . . . . | » |
| Podostachys Bureauana, Mari. . . . . . . . . . . . | » |
| Myrica serratiformis, Mari. . . . . . . . . . . . . . | Myrica æthiopica; Afrique australe. |
| Quercus elœna, Ung. . . . . . . . . . . . . . . . . | » |
| Celtis latior, Mari. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | Celtis sp.; Indes orientales. |
| Litsæa microphylla, Mari. . . . . . . . . . . . . . . | Litsæa dealbata; Australie. |
| Laurus primigenia, Ung. . . . . . . . . . . . . . . . | Laurus canariensis; Canaries. |
| Bumelia minuta, Mari. . . . . . . . . . . . . . . . . | » |

| Espèces de Ronzon. | Espèces actuelles analogues. |
|---|---|
| Myrsine embeliæformis, Mari............ | Embelia micrantha; Ile de France. |
| Pistacia (Lentiscus) oligocenica, Mari...... | Pistacia Lentiscus; littoral de la Méditerranée. |
| Mimosa Aymardi, Mari................ | » |
| Echitenium comans, Mari................ | » |
| Ronzocarpon hians, Mari.............. | » |

» Les débris de ces plantes, entraînés par le vent ou balayés par les pluies, venaient s'enfouir dans les lagunes, qui déposaient les calcaires exploités de nos jours.

» En quelques points, les eaux peu abondantes donnaient probablement naissance à de véritables marécages, où les végétaux palustres se décomposaient sur place et produisaient les couches tourbeuses que l'on observe aux Farges, à la partie moyenne de la formation. D'après une foule d'indices que nous ne pouvons développer ici, cette végétation semble avoir été généralement pauvre et rabougrie, mais non pas monotone. Ce que l'on sait des mammifères de cette époque confirme du reste les déductions de la paléontologie végétale. A l'exception du Rhinoceros (*Ronzotherium*) et de l'*Entelodon*, ces vertébrés ne devaient pas consommer beaucoup de plantes. Les rares *Paleotherium* et *Paloplotherium* se nourissaient sans doute, comme les *Rhinoceros* et les *Botryodons*, de buissons à feuilles coriaces. L'existence des *Gelocus*, ruminants presque encore pachydermes, paraît liée à la présence de plantes particulières, telles que les *Mimosa* et les *Podostachys*.

» Le caractère tropical des espèces de Ronzon n'est pas exceptionnel à l'époque tongrienne. L'examen des diverses flores de cet âge permet de fixer à environ 23° c. la température moyenne de la France, au début de la période miocène. Cette température correspond assez naturellement aux affinités que nous avons pu établir pour quelques-unes des plantes fossiles de la Haute-Loire. Il serait sans doute très-hasardé de vouloir retracer avec détails, d'après d'aussi rares vestiges, la physionomie de la végétation contemporaine des mammifères de Ronzon. Nous pouvons supposer cependant que les végétaux à feuilles étroites et coriaces dominaient, au moins dans le voisinage immédiat des eaux, ainsi que cela a été constaté pour les lacs anciens de Gargas (Vaucluse) et de Saint-Zaccharie (Var). Les espèces de la Haute-Loire sont représentées dans les flores de ces deux localités par des formes très-analogues. Les conifères, assez rares dans les couches du midi de la France, sont encore inconnues dans les calcaires marneux des environs du Puy, qui contiennent du reste quelques espèces se rattachant aux genres européens actuels. Le *Celtis latior*, tout en rappelant une plante asiatique,

possède des affinités certaines avec notre *Celtis australis*, et le *Pistacia* (*Lentiscus*) *oligocenica* ne peut guère être distingué du Lentisque du littoral méditerranéen. L'existence de cette dernière espèce fossile constitue sans aucun doute le fait le plus important que nous ayons constaté durant l'étude de cette florule.

» Le faciès de la plupart des plantes de Ronzon est du reste franchement africain ou asiatique. Toutefois, le genre *Podostachys* semble se rattacher aux Centrolépidées d'Australie, représentant ainsi, à l'époque tertiaire dans l'hémisphère nord, une petite famille reléguée de nos jours dans les régions australes. Ce n'est point là un fait isolé. Les Rhizocaulées, fréquentes dans les flores crétacées et tertiaires de la Provence, ont dû jouer, dans l'ancienne végétation européenne, le rôle des Eriocaulées et des Restiacées de la Nouvelle-Hollande, qu'elles rappellent par leurs caractères synthétiques.

» En remontant plus loin dans le passé, les Cycadées de l'Europe jurassique constituent de même des tribus spéciales bien distinctes des types actuels. Les Protéacées fossiles, lorsqu'elles seront mieux connues et dégagées des espèces qu'il est plus naturel de rapporter à l'ordre des Myricacées, formeront peut-être un groupe représentatif de même signification, dont il est difficile de préciser dès maintenant les véritables affinités. Nous retrouvons dans la nature actuelle le souvenir de ces phénomènes anciens. Qu'il nous suffise de rappeler que de nos jours les *Arthrotaxis* représentent au sud les *Cryptomeria* de l'autre hémisphère, que les Hêtres antarctiques constituent un groupe distinct des *Fagus* américains et européens, et cependant congénère. Ces exemples pourraient être multipliés et nous conduiraient naturellement à l'étude des flores insulaires comparées aux flores continentales. L'existence dans les stations alpines de plantes identiques à celles des contrées boréales nous apparaîtrait enfin comme l'effet d'un phénomène du même ordre. Sans doute il nous serait permis alors de rechercher, dans l'hypothèse de la communauté d'origine, la raison de ces affinités et de ces différences. »

GÉOLOGIE. — *Note sur la découverte de la* Posidonia minuta *dans le trias du Gard, et sur un nouveau gisement de schistes à Walchia, dans le terrain permien de l'Aveyron.* Note de M. Bleicher, présentée par M. de Verneuil.

« Le trias du revers sud et sud-est du plateau central dans les départements de l'Hérault, du Gard et de l'Aveyron, où nous l'avons plus spécia-

lement étudié, est, d'après les géologues qui s'en sont occupés, peu riche en fossiles. C'est aux environs de Lodève seulement, qu'on a découvert des traces de *Labyrinthodon* ou *Cheirotherium* (Geinitz) (1), des articles peu reconnaissables d'Encrines (2), et des traces de bivalves non déterminables (3).

» Dans le Gard, Émilien Dumas déclare (4) que les fossiles du trias sont très-rares, car il n'y a trouvé jusqu'ici, malgré des recherches très-minutieuses, que quelques débris de tiges végétales et quelques impressions de petits bivalves.

» Depuis cette époque (5), M. le professeur Hébert met en question l'existence du trias dans le Gard, et rapporte à l'arkose infraliasique le keuper d'Émilien Dumas.

» Dans l'Aveyron, les recherches de MM. de Rouville, Reynès, Parran, Boisse et Magnan (6) n'ont amené que la découverte de fossiles peu ou point déterminables.

» Dans le courant de cet automne, en étudiant la zone de terrains secondaires située entre Alais et Anduze d'une part, et les terrains anciens du plateau central de l'autre, nous avons pu constater que partout où affleure le trias, composé comme l'indique E. Dumas, il est caractérisé par la présence de coquilles fossiles dans les marnes jaspoïdes intercalées entre les bancs de grès. Ces fossiles sont : *Posidonia minuta* Bronn et *Anatina* de petite taille.

» La *Posidonia minuta*, surtout, est aussi reconnaissable que celles que nous avons maintes fois trouvé dans les grès bigarrés et les marnes irisées d'Alsace ; elle se rencontre sur toute l'épaisseur de cet étage (60 à 80 mètres), mais paraît être plus commune vers la base, immédiatement au-dessus des arkoses qui confinent au granite. Les localités où elle se trouve en abondance sont : entre Mialet et Saint-Jean-du-Gard, le long de l'ancienne route d'Alais ; à 1 $\frac{1}{2}$ kilomètre de Saint-Jean-du-Gard sur la route d'Anduze et à 3 kilomètres en aval du village de Calviac sur la route d'Anduze.

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XV, p. 69.

(2) *Réunion extraord. Soc. géol. à Montpellier*, p. 110-111.

(3) Reynès, *Essai de Géol. et Paléont. Aveyronnaise*, p. 24.

(4) E. Dumas, *Notice sur la Carte géol. du Gard* (*Réun. ext. Alais*, p. 8).

(5) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XVI, p. 907.

(6) *Carte et Notice sur la géologie des environs de Saint-Affrique*, 1858 (Rouville et Reynès). — *Note sur les formations secondaires des environs de Saint-Affrique*, 1856 (Parran). — *Esquisse géologique du département de l'Aveyron*, 1870 (Boisse). — *Étude des formations secondaires des bords sud-ouest du plateau central*, 1869 (Magnan).

» La position des schistes à Posidonies nous semble d'ailleurs très-nettement établie par la nature des terrains qui leur sont superposés; ce sont des calcaires dolomitiques scintillants en bancs assez minces, dans lesquels nous avons trouvé une *Anatina* qui semble infraliasique (10-15 mètres); puis des calcaires marneux et dolomitiques en bancs de 5 à 10 mètres d'épaisseur, avec *Ostrea lamellosa? Diadema seriale* Ag., *Lima, Pecten, Turbonilla Modiola scalprum?* Bivalves nombreux, sans traces d'Ammonites, ni de Bélemnites (15-20 mètres). Cette série de couches fossilifères limite évidemment le jurassique; nous sommes donc en droit de rattacher au trias tous les terrains sous-jacents, et l'on peut dire, qu'ici, comme en Angleterre, la *Posidonia minuta* peut servir à caractériser tout le trias (1).

» L'identité de cet étage avec le trias d'Allemagne et d'Angleterre, déjà reconnue par beaucoup de géologues, paraît donc évidente, et nous sommes convaincus que des recherches ultérieures amèneront la découverte de nouveaux fossiles aussi caractéristiques que celui qui fait le sujet de cette Note.

» Les géologues, dont nous avons donné les noms plus haut, se sont également occupés du terrain permien des bords sud et sud-est du plateau central, et leurs recherches ont amené la découverte de la flore remarquable de Lodève et des environs de Rodez (*Walchia*, *Equisetum*, Fougères). Dans l'Aveyron, où nous avons étudié ce terrain, M. le professeur Coquand, cité par le savant auteur de la Carte géologique du département, M. l'ingénieur Boisse (2), a distingué trois étages dans le permien : conglomérats et grès siliceux, schistes bitumineux, bancs de calcaires dolomitiques ou siliceux, sous une épaisseur de 60 mètres environ. Suivant M. Reynès (3), l'épaisseur de ce terrain irait souvent jusqu'à 600 mètres, et il n'y existerait ni conglomérats ni calcaires.

» Les seuls fossiles cités par M. Boisse sont des écailles de *Palæoniscus?* des Calamites, Fougères et Voltzia? (4).

» De plus, ces divers observateurs ont admis qu'il y avait le plus souvent discordance entre le trias et le permien (5).

» C'est avec ces renseignements que nous avons abordé l'étude du permien dans le massif montagneux qui sépare Saint-Rome-du-Tarn du Viala

---

(1) *Prodrome de Géologie*, t. III, p. 564 (Vézian).

(2) *Esquisse géologique du département de l'Aveyron*, p. 128.

(3) *Essai de Géologie et de Paléontologie Aveyronnaises*, p. 23.

(4) *Esquisse géol. Aveyron*, p. 130.

(5) Reynès, *Essai de...*, p. 20. — *Esquisse géol.*, p. 133.

(Aveyron). Ce terrain s'y développe avec une puissance d'au moins 250 mètres; à la base, nous avons trouvé les conglomérats et grès indiqués par M. le professeur Coquand ; ils sont traversés par des filons cuivreux déjà indiqués par M. l'ingénieur des mines Parran (1), et de plus par des filons d'une roche serpentineuse qui paraît avoir simplement rempli des fractures et qui ne dépasse pas la zone des conglomérats et des grès. Plus haut et sur le talus même du chemin qui mène à Saint-Rome-du-Tarn, près du pont qui traverse le torrent en face du hameau du Viala, les schistes noirs présentent des empreintes végétales très-nettes que nous rapportons à un *Equisetum* et au *Walchia piniformis*. Il y existe également des traces de *Fougères*. Les calcaires siliceux supérieurs, qui correspondent probablement à la zone fossilifère dans laquelle notre ami M. Magnan a découvert une faune marine (2) analogue à celle du Zechstein d'Allemagne ne sont pas représentés dans la coupe que nous décrivons.

» Au-dessus des schistes rouges monochromes, qui dominent les schistes à Walchia, se développent des marnes schisteuses jaspoïdes qui ont quelque analogie avec celles où nous avons trouvé la *Posidonia minuta* dans le Gard.

» De plus, ici, comme dans quelques localités citées dans le Mémoire de M. Reynès, comme à Lodève (3), comme sur les limites de l'Aveyron et du Lot (4), il n'y a pas de discordance sensible entre le permien et le trias. La difficulté de les séparer, à cause de leur extrême analogie au point de passage, est aussi grande qu'en Alsace.

» Il semble, dès lors, permis d'établir la série concordante suivante : permien, trias, infra-lias, lias, oolite inférieure, grande oolite [bathonien et callovien (5)] oolite moyenne (oxfordien et corallien), que l'on peut suivre de l'ouest à l'est, du Viala à Nant sur le revers oriental de Larzac, comme du sud au nord, de Lodève au pied septentrional du même plateau.

» Cette série concordante, qui se rencontre également dans le Gard, est

(1) *Note sur les formations secondaires de Saint-Affrique*, p. 8.

(2) *Étude des t. secondaires*, p. 70.

(3) *Réunion extraordinaire de la Société géologique à Montpellier*, 1868, p. 111, 112 et suiv.

(4) *Étude des terrains secondaires, etc.* (Magnan), fig. 4 et 5.

(5) La présence de l'étage bathonien de d'Orbigny est définitivement établie dans l'Aveyron et le Gard, d'après les déterminations qu'a faites récemment M. le professeur Sandberger (de Wurzbourg) de nos fossiles marins et lacustres du Larzac.

traversée dans les deux départements (Gard et Aveyron) par des fractures importantes dont l'orientation diffère très-peu de celle des failles pyrénéennes (nord-ouest), et de celle du système du mont Seny (Vézian) nord 35 degrés est.

» Ces fractures paraissent, d'après nos recherches, se trouver sur le prolongement des failles qui accidentent le département de l'Hérault, ce qui démontrerait que les dislocations, qui ont imprimé à ces régions leur caractère remarquablement tourmenté, ont été peu nombreuses, et que les plus essentielles à connaître sont assez récentes, comme l'avait déjà annoncé M. Magnan dans ses Études sur les Pyrénées et les Corbières (1). »

ZOOLOGIE. — *Sur un crâne d'Équidé des tourbières de la Somme.* Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. de Quatrefages.

« Il m'a été permis d'étudier récemment, dans les galeries du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, un crâne d'Équidé donné par M. Boucher de Perthes, comme échantillon des ossements des tourbières de la Somme, que l'on fait remonter à l'âge de la pierre polie. Ce crâne, accompagné de deux autres, de *Bos* et de suidé, est ainsi que ces derniers d'une coloration brune, due à son séjour au milieu de la tourbe. Bien que le maxillaire y manque et que quelques parties des os de la face soient brisées, telles que les pointes des sus-naseaux, le bord supérieur du sus-nasal gauche et le bord correspondant du frontal; bien que l'os du rocher soit absent à droite, la pièce est d'ailleurs assez conservée pour qu'il m'ait été cependant possible d'en déterminer l'espèce de façon à ne laisser place pour aucun doute. Le résultat auquel je suis arrivé a assez d'intérêt, je crois, pour mériter d'être communiqué à l'Académie. Il fournira, sur l'histoire des migrations des populations humaines de l'Orient vers l'Occident, un document comme il y en a peu de plus précis et de plus démonstratifs.

» Le crâne dont il s'agit porte une étiquette écrite de la main même de Boucher de Perthes et que je copie textuellement : « *Cheval.* — 2480. — » *Sépultures celtiques.* — *Os des tourbières de la Somme placés avec les silex* » *taillés et les poteries à 5 ou 6 mètres au-dessous du niveau de la rivière.* — » *Abbeville*, 1833. — *Niveau pris dans la plus grande hauteur.* — *4 à 5 mè-* » *tres niveau moyen.* » — L'étiquette est fautive en ce sens que ce crâne n'est point celui d'un cheval, mais bien celui d'un âne, ainsi qu'on va le

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XXV, p. 109.

démontrer par l'examen de ses caractères crâniométriques et crâniologiques. Je place en regard de ses dimensions caractéristiques celles du moins volumineux de tous les crânes de cheval de ma collection, pour la comparaison :

| | Crâne des tourbières de la Somme. | Crâne de cheval oriental. |
|---|---|---|
| | m | m |
| Diamètre cérébral longitudinal | 0,110 | 0,100 |
| Diamètre cérébral transversal | 0,092 | 0,110 |
| Distance entre les extrémités des crêtes frontales | 0,080 | 0,110 |
| Distance entre les orbites | 0,142 | 0,155 |
| Largeur de l'apophyse orbitaire du frontal | 0,033 | 0,025 |
| Largeur de l'arcade zygomatique | 0,022 | 0,026 |
| Largeur du pont temporal | 0,038 | 0,048 |
| Diamètre longitudinal de l'occipital | 0,023 | 0,048 |
| Longueur de la protubérance occipitale (approximativement pour le crâne des tourbières) | 0,050 | 0,060 |
| Distance du trou occipital à la protubérance | 0,057 | 0,059 |
| Distance du trou occipital à l'angle vidien (base du crâne) | 0,093 | 0,134 |
| Largeur du sphénoïde, corps et ailes | 0,065 | 0,075 |
| Largeur extérieure aux ponts temporaux | 0,180 | 0,198 |
| Diamètre vertical de l'orbite | 0,044 | 0,062 |
| Diamètre horizontal de l'orbite | 0,050 | 0,054 |
| Distance de l'orbite à l'angle inférieur externe du zygomatique | 0,046 | 0,049 |
| Distance de l'orbite à l'angle naso-maxillaire du lacrymal | 0,033 | 0,035 |
| Largeur du lacrymal, de l'angle naso-maxillaire à l'angle zygomatique | 0,022 | 0,031 |
| Distance de l'angle interne du zygomatique à sa crête | 0,038 | 0,045 |
| Largeur du sus-nasal au niveau de l'angle du lacrymal | 0,053 | 0,055 |
| Épaisseur de la face au niveau des crêtes zygomatiques | 0,167 | 0,179 |
| Épaisseur de la face au niveau des trous sus-maxillaires | 0,065 | 0,062 |
| Distance de la suture nasale du grand sus-maxillaire à son épine zygomatique | 0,081 | 0,085 |
| Longueur du sus-nasal | ? | 0,275 |
| Longueur totale de la face | 0,330 | 0,410 |
| Longueur de l'espace interdentaire | 0,073 | 0,099 |
| Distance du bord guttural du palatin à l'arcade incisive | 0,200 | 0,277 |
| Longueur de la rangée molaire | 0,151 | 0,170 |
| Distance extérieure entre les dernières molaires de chaque rangée | 0,100 | 0,106 |
| Distance extérieure entre les premières molaires | 0,072 | 0,076 |
| Longueur de la corde de l'arc incisif | 0,046 | 0,062 |
| Indice céphalique | 119,56 | 90. |

» On voit que toutes ces dimensions sont différentes. Il en est nécessairement de même pour les formes qu'elles impliquent. Ces formes, dans le crâne des tourbières, ne sont celles d'aucune des espèces chevalines du genre *Equus*, telles qu'elles nous sont connues dans l'ancien continent. En examinant de plus près ces formes, on constate que le frontal est courbé longitudinalement entre ses crêtes ou dans sa partie cérébrale, suivant une ligne dont la courbure se continue régulièrement par celle de la voûte pariétale, donnant au trou occipital une situation très-oblique par rapport au plan de la face; que ce même frontal est concave au niveau de la suture fronto-nasale ou racine du nez, où commence un sillon profond qui se prolonge entre les deux sus-naseaux fortement cintrés jusqu'à leur pointe; que ses apophyses orbitaires, relevées presque horizontalement et hérissées de rugosités, s'unissent aux arcades zygomatiques correspondantes en formant avec elles des angles aigus. Ces dispositions, et en particulier celle de l'acade sur-cilière, sont absolument propres aux espèces asines du genre *Equus;* elles ne se rencontrent chez aucune autre; toute seule, la dernière permettrait d'établir leur caractéristique. Enfin joignons-y le grand développement du conduit auditif externe, relativement au volume absolu du temporal dont il fait partie.

» Les divers caractères ainsi décrits ne laissent de place à aucune hésitation. Le crâne qu'ils définissent est celui d'un âne et non point celui d'un cheval, comme l'avait cru Boucher de Perthes, qui l'a découvert dans les tourbières de la Somme et donné au Muséum. Sans entreprendre ici une comparaison détaillée, il suffit maintenant de prendre en considération son indice céphalique pour conclure que son espèce est celle de l'âne d'Afrique (*E. A. africanus*). En effet, l'indice céphalique de son congénère d'Europe (*E. A. europœus*) est 86.36. Celui-ci est brachycéphale, tandis que l'autre est dolichocéphale (indice : 119.56), ainsi que je l'ai établi dans une Note précédente.

» Comme il y a apparence que cet âne d'Afrique n'est point venu tout seul de sa contrée natale, c'est-à-dire du bassin du Nil, jusqu'au nord-ouest de l'Europe, dans le bassin de la Somme, il paraît évident qu'il a dû y être amené à une époque antérieure à la formation des tourbières au fond desquelles il a été trouvé. Et il y a d'autant moins lieu d'insister sur la vérité d'une telle conclusion que personne, parmi les zoologistes, ne met en doute l'origine orientale de l'espèce animale dont il s'agit. L'identité de la pièce ostéologique décrite étant reconnue, cette conclusion s'impose avec une

netteté impossible à contester. Une plus ample démonstration était nécessaire seulement pour ceux qui admettent avec moi deux espèces asines dans le genre *Equus.* »

PHYSIQUE. — *Explication de l'apparition d'anneaux n'offrant point la décomposition chromatique, pendant les ascensions aérostatiques; par* **M. W. de Fonvielle.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Surtout lorsqu'ils viennent d'être fraîchement vernis, les aérostats jouissent de la propriété de réfléchir les rayons du Soleil, de la même manière que le ferait un miroir sphérique de même dimension. Quoique l'intensité de la réflexion soit moindre, elle est suffisante pour que ses effets deviennent visibles dans plusieurs circonstances. Si le Soleil est au-dessus du plan horizontal dans lequel flottent les voyageurs aériens, et s'ils ont au-dessus de leur tête des vapeurs légères discontinues, qui n'interceptent point la lumière solaire, ils peuvent voir le ballon au centre d'un anneau blanchâtre, qui l'accompagne pendant des heures entières, et qui devient de plus en plus elliptique à mesure que le Soleil s'approche de l'horizon. Si le Soleil est au-dessous du plan horizontal dans lequel vogue l'aérostat, la réflexion peut avoir lieu sur l'hémisphère inférieur, et l'anneau vient se peindre sur la face supérieure de nuages flottant au nadir, cachant la vue de la Terre.

» L'auteur entre dans le détail d'observations qu'il a faites. Il propose d'employer, pour la recherche des phénomènes analogues, les procédés recommandés pour l'observation des halos solaires. Il insiste sur l'importance de ces jeux de lumière, qui confirment les théories de Bravais et autres physiciens sur la production des halos et autres phénomènes analogues, par la réflexion à la surface d'aiguilles de glace suspendues dans l'atmosphère. »

**M. de Bizeau** écrit d'Entre-Monts, près Binche (Belgique), qu'il a constaté, le 8 décembre dernier, dans cette localité, à 7 heures et demie du matin, une température de 21°,5 C. au-dessous de zéro. A 9 heures, par un beau soleil, la température, à l'ombre, était de — 20° ; à midi, de — 16°.

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. Pigeon adresse une nouvelle Lettre concernant la peste bovine

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. Bouley.

M. Moat adresse une Note relative à la quadrature du cercle.

On fera savoir à l'Auteur que, en vertu d'une décision déjà ancienne, les Communications sur ce sujet sont considérées comme non avenues.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 janvier 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

*Annuaire pour l'an 1872, publié par le Bureau des Longitudes.* Paris, 1872; in-12.

*Annales de la Société Académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure.* 1er et 2e semestres 1870; 1871, 1er semestre. Nantes, 1870-1871; 3 br. in-8°.

*Matériaux pour servir à la paléontologie du terrain tertiaire du Piémont; par* le Comm. Eug. Sismonda. Seconde Partie : *Protozoaires et Célentérés.* Turin, 1871; in-4° (Extrait des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin*, t. XXV).

*Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino;* serie seconda, tomi XXV-XXVI. Torino, MDCCCLXXI; 2 vol. in-4°.

*Studi sopra gli strumenti magnetici del P.* Carlo Braun. Roma, 1871; br. in-8° (*Estratto dal Bullettino Meteorologico dell' Osservatorio de Collegio Romano*.

*Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino;* vol. VI, disp. 1 à 7 (novembre 1870, Luglio 1871); in-8°.

*Gli organi luminosi et la luce delle pennatule. Memoria di* PAOLO PANCERI *Napoli*; 1871, in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

*Bollettino Meteorologico ed Astronomico del Regio Osservatorio dell' Università di Torino*. Anno V, 1871; in-4° oblong.

*Reale Accademia delle Scienze di Torino Regio Osservatorio. Atlante di carte celesti, etc.* Torino, 1871; in-f° oblong.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 26 décembre 1871.)

Page 1464, ligne 18, *au lieu de : des couples, lisez : du couple.*

# Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Déc. 1871.

| DATES. | HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi. | THERMOMÈTRES ANCIENS. Salle méridienne. | | | THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Terrasse du jardin. | | | TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air | | TEMPÉRATURE MOYENNE du sol | | | THERMOMÈTRE NOIR dans le vide (T − t). | TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour). | ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour). | ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. | OZONE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Minima. | Maxima. | Moyennes. | Minima. | Maxima. | Moyennes. | à 13m,7. | à 33m,0. | à 0m,02. | à 0m,10. | à 0m,30. | | | | | |
| | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | |
| 1 | 750,2 | 1,3 | 2,3 | 1,8 | 0,6 | 2,1 | 1,3 | 1,10 | 0,20 | 2,56 | 3,08 | 4,15 | 0,4 | 4,18 | 83 | » | 1,0 |
| 2 | 763,3 | -2,6 | -0,1 | -1,4 | -3,5 | 1,6 | -1,0 | -2,92 | -3,05 | 0,88 | 1,84 | 3,79 | 8,3 | 3,38 | 88 | » | 0,0 |
| 3 | 757,2 | -5,0 | 2,1 | -1,5 | -6,3 | 2,2 | -2,2 | -0,12 | -0,35 | 0,52 | 1,28 | 3,19 | 3,2 | 3,69 | 79 | « | 0,0 |
| 4 | 757,5 | -1,1 | 2,0 | 0,5 | -,5 | 3,9 | 1,2 | -1,28 | -1,27 | 1,11 | 1,67 | 3,14 | 5,4 | 3,94 | 88 | » | 0,0 |
| 5 | 762,7 | -3,8 | -0,6 | -2,2 | -3,9 | 2,1 | -0,9 | -2,68 | -2,65 | 0,56 | 1,28 | 2,96 | 3,0 | 3,36 | 88 | » | 0,0 |
| 6 | 757,6 | -3,8 | 2,4 | -0,7 | -4,4 | 3,7 | -0,3 | 0,10 | 0,00 | 0,51 | 1,14 | 2,82 | 2,5 | 4,08 | 85 | » | 0,0 |
| 7 | 760,1 | -4,4 | -2,1 | -3,3 | -5,0 | -2,2 | -3,6 | -4,55 | -4,70 | 0,40 | 1,04 | 2,65 | 0,5 | 2,74 | 84 | » | 0,5 |
| 8 | 768,1 | -12,8 | -8,1 | -10,5 | -13,0 | -4,9 | -9,0 | -12,80 | -12,65 | 0,16 | 0,84 | 2,55 | 2,9 | » | » | » | 1,5 |
| 9 | 767,5 | -21,5 | 10,0 | -15,8 | -21,3 | -10,7 | -16,0 | -15,05 | -15,18 | -0,23 | 0,64 | 2,37 | 4,0 | » | » | » | 0,0 |
| 10 | 764,8 | -7,6 | -1,1 | -4,4 | -11,2 | -1,3 | -6,2 | -2,85 | -2,62 | 0,15 | 0,60 | 2,17 | 1,3 | 3,66 | 95 | » | 0,0 |
| 11 | 768,2 | -3,5 | 1,2 | -1,7 | -3,7 | 0,6 | -1,6 | -1,18 | -2,10 | 0,32 | 0,72 | 2,15 | 0,5 | 4,04 | 95 | » | 0,0 |
| 12 | 770,7 | -2,3 | 0,3 | -1,0 | -3,5 | -0,8 | -2,2 | -2,42 | » | 0,35 | 0,84 | 2,15 | 1,0 | 3,97 | 97 | » | 0,0 |
| 13 | 770,1 | -2,7 | 3,0 | 0,2 | -3,1 | 2,6 | -0,2 | -0,32 | » | 0,39 | 0,99 | 2,23 | 1,2 | 4,57 | 96 | » | 5,5 |
| 14 | 767,8 | -2,2 | 4,8 | 1,3 | -2,5 | 5,0 | 1,2 | 2,05 | » | 0,90 | 1,22 | 2,26 | 1,3 | 5,33 | 93 | » | 0,0 |
| 15 | 765,3 | 2,1 | 5,0 | 3,6 | 1,5 | 4,9 | 3,2 | 2,75 | » | 1,69 | 1,67 | 2,36 | 0,5 | 5,55 | 95 | » | 0,0 |
| 16 | 766,2 | 1,9 | 4,2 | 3,1 | 0,8 | 4,4 | 2,6 | 2,20 | » | 2,12 | 2,16 | 2,67 | 0,1 | 5,54 | 96 | » | 0,0 |
| 17 | 766,7 | -0,5 | 1,3 | 0,4 | -0,9 | 1,2 | 0,1 | -1,22 | » | 1,74 | 2,07 | 2,80 | 1,1 | 4,31 | 94 | » | 0,5 |
| 18 | 764,8 | -1,6 | (1) | -1,2 (2) | -2,1 | (1) | -1,2 (2) | -1,17 | » | 1,49 | 1,83 | 2,76 | 0,5 | 4,26 | 92 | » | 4,5 |
| 19 | 760,8 | -0,9 | (1) | 1,9 (2) | -0,6 | (1) | 2,1 (2) | -1,17 | -2,00 | 2,01 | 2,15 | 2,84 | 0,7 | 4,70 | 87 | » | 10,5 |
| 20 | 759,2 | 3,4 | 7,8 | 5,6 | 3,2 | 8,0 | 5,6 | 5,90 | 5,08 | 4,22 | 3,90 | 3,56 | 1,8 | 5,63 | 78 | » | 16,0 |
| 21 | 759,0 | 2,9 | 6,5 | 4,7 | 2,5 | 8,7 | 5,6 | 3,35 | 2,87 | 3,50 | 3,87 | 4,17 | 4,4 | 5,36 | 85 | » | 7,0 |
| 22 | 749,9 | 2,1 | 5,0 | 3,5 | 1,7 | 5,0 | 3,3 | 3,65 | 3,52 | 3,46 | 3,65 | 4,16 | 1,2 | 4,34 | 70 | » | 1,5 |
| 23 | 758,6 | -0,3 | 2,7 | 1,2 | -0,5 | 3,5 | 1,5 | 0,08 | -0,17 | 2,42 | 2,98 | 4,00 | 2,1 | 4,18 | 87 | » | 0,0 |
| 24 | 763,1 | -1,8 | -0,9 | -1,4 | -2,6 | -1,9 | -2,3 | -2,80 | -3,85 | 1,72 | 2,29 | 3,53 | 0,7 | 3,72 | 96 | » | 0,0 |
| 25 | 760,5 | -2,7 | 1,4 | -0,6 | -3,3 | 1,2 | -1,1 | -0,60 | -0,98 | 1,59 | 2,03 | 3,17 | 0,6 | 4,48 | 98 | » | 8,0 |
| 26 | 755,5 | -0,8 | 3,6 | 1,4 | -1,2 | 3,8 | 1,3 | 0,85 | » | 2,21 | 2,49 | 3,23 | 0,9 | 4,90 | 96 | » | 3,0 |
| 27 | 752,4 | -0,2 | 5,0 | 2,4 | -0,8 | 5,0 | 2,1 | 3,05 | » | 2,96 | 2,95 | 3,41 | 1,7 | 5,61 | 92 | » | 0,0 |
| 28 | 748,5 | 3,3 | 7,6 | 5,4 | 0,5 | 9,0 | 4,7 | 4,00 | 1,52 | 3,96 | 4,06 | 4,11 | 2,4 | 5,31 | 81 | » | 0,0 |
| 29 | 746,6 | 0,9 | 6,2 | 3,5 | 0,3 | 6,6 | 3,4 | 2,48 | 2,05 | 2,97 | 3,57 | 4,12 | 0,5 | 4,87 | 84 | » | 0,0 |
| 30 | 759,1 | -1,7 | 2,7 | 0,5 | -2,3 | 2,4 | 0,0 | 1,20 | » | 2,81 | 2,98 | 3,89 | 1,7 | 5,02 | 95 | » | 0,0 |
| 31 | 760,5 | 0,3 | 7,1 | 3,7 | -0,2 | 8,6 | 4,2 | 2,75 | 1,52 | 3,08 | 3,55 | 4,13 | 5,2 | 5,49 | 87 | | 9,0 |
| Moy. | 760,7 | -2,1 | 2,1 | 0,0 | -2,8 | 2,6 | -0,1 | -0,49 | » | 1,69 | 2,11 | 3,14 | 2,0 | 4,49 | 89,0 | » | 2,2 |

(1) Température ascendante pendant tout le jour.
(2) Moyenne des observations de minuit, 9 h. M., 9 h. S.

## Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Déc. 1871.

| Dates. | Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. | | | Pluie. | | Évaporation. | Vents. | | Nébulosité. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Déclinaison. | Inclinaison. | Intensité. | Terrasse (1). | Cour. | | Direction et force. | Nuages. | | |
| | ° ′ | ° ′ | | mm | mm | | | | | |
| 1 | 17.37,9 | 65.42,7 | 4,5428 | 2,5 | 3,2 | » | N assez fort. | N | 0,7 | Neige et pluie, brumes. |
| 2 | 38,9 | 44,0 | 4,5604 | » | » | » | NNE faible. | » | 0,0 | Gelée blanche, brumes. |
| 3 | 37,4 | 44,0 | 4,5899 | » | » | » | Variab. faible. | » | 0,9 | Brumes. |
| 4 | 37,5 | 44,2 | 4,5063 | » | » | » | NO faible. | N | 0,6 | Neige. |
| 5 | 37,8 | 44,9 | 4,5810 | 0,0 | 0,0 | » | ONO faible. | N | 0,4 | Brumes. |
| 6 | 37,1 | 43,7 | 4,5674 | 0,0 | 0,0 | » | ONO faible. | NO | 0,8 | Brumes, pluie fine. |
| 7 | 36,6 | 44,2 | 4,5662 | 0,7 | 0,7 | » | variable fort. | NNO | 0,9 | Neige.— Le matin du 8 on constate 16$^c$ de neige. |
| 8 | 37,0 | 46,5 | 4,5655 | ? | ? | » | N faible. | » | 0,3 | |
| 9 | 36,6 | 45,9 | 4,5646 | » | » | » | NE faible. | NNE | 0,5 | Brume épaisse. |
| 10 | 37,3 | 45,8 | 4,5592 | ? | ? | » | NE faible. | N | 1,0 | Neige. |
| 11 | 40,5 | 45,8 | 4,5638 | » | » | » | ONO très-faib. | » | 1,0 | Brouillard épais. |
| 12 | 37,3 | 45,4 | 4,5480 | » | » | » | S faible. | » | 1,0 | id. |
| 13 | 37,9 | 45,2 | 4,5633 | » | » | » | SSE faible. | » | 1,0 | Brouillard. |
| 14 | 37,3 | 45,2 | 4,5373 | » | » | » | O faible. | O | 1,0 | Brouillard, pluie très-fine. |
| 15 | 41,4 | 44,4 | 4,5288 | ? | ? | » | O faible. | » | 1,0 | Pluie. |
| 16 | 38,1 | 44,3 | 4,5554 | 7,4 [2] | 9,1 [2] | » | OSO faible. | » | 1,0 | Brouillard très-intense. |
| 17 | 41,8 | 46,3 | 4,5386 | » | » | » | OSO faible. | ESE | 0,8 | Id. |
| 18 | 38,3 | 45,8 | 4,5049 | » | » | » | SSO faible. | » | 1,0 | Brumes. |
| 19 | 38,0 | 46,0 | 4,5285 | ? | ? | » | SO fort. | » | 1,0 | Pluie. |
| 20 | 40,7 | 44,8 | 4,5361 | 3,1 [2] | 4,2 [3] | » | SSO violent. | SO | 0,6 | Pluie à 5 heures du soir. |
| 21 | 37,4 | 45,3 | 4,5458 | 2,5 | 3,5 | » | OSO modéré. | ONO | 0,4 | Nuages. |
| 22 | 35,6 | 45,4 | 4,5388 | » | » | » | NE as. faible. | ENE | 1,0 | Id. |
| 23 | 34,8 | 45,6 | 4,5225 | » | » | » | N faible. | N | 0,6 | Id. |
| 24 | 35,0 | 44,4 | 4,5422 | » | » | » | S faible. | » | 1,0 | Brouillard. |
| 25 | 37,3 | 44,6 | 4,5335 | 0,0 | 0,0 | » | SSO faible. | » | 1,0 | Pluie fine dans la nuit. |
| 26 | 36,0 | 43,8 | 4,5376 | 0,0 | 0,0 | » | SSO faible. | » | 0,7 | Bruine. |
| 27 | 37,7 | 43,8 | 4,5226 | » | » | » | SO modéré. | SO | 0,7 | Brumes. |
| 28 | 36,5 | 43,4 | 4,5368 | 0,0 | 0,0 | » | S modéré. | SSO | 0,7 | Gelée blanche. |
| 29 | 38,9 | 45,2 | 4,5357 | » | » | » | var. faible. | » | 0,6 | Fortes oscillations à la boussole. |
| 30 | 40,5 | 43,5 | 4,5769 | » | » | » | SO modéré. | » | 1,0 | Brouillard, pluv$^x$. dans la nuit. |
| 31 | 39,7 | 43,3 | 4,5177 | 4,8 | 4,3 | » | ONO faible. | ONO | 0,3 | Nuageux, beau le soir. |
| Moy. | 17.37,9 | 65.44,7 | 4,5457 | 21,0 | 25,0 | » | | | 0,76 | |

(1) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire.
(2) Neige fondue des jours précédents. — (3) Reste de neige et de glace provenant des jours précédents.

**Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Paris. — Décembre 1871.**

*Résumé des observations régulières.*

Les moyennes comprises dans la dernière colonnne du tableau sont déduites des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit, sauf le cas d'indications spéciales. Les autres colonnes renferment les moyennes mensuelles des observations faites aux heures indiquées en tête des colonnes.

| | $8^h$ M. | $9^h$ M. | Midi. | $3^h$ S. | $6^h$ S. | $9^h$ S. | Minuit. | Moy. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Baromètre réduit à 0° | 760,37 | 760,50 | 760,72 | 760,48 | 760,51 | 760,84 | 760,95 | 760,75 |
| Pression de l'air sec | 756,11 | 756,14 | 755,93 | 755,72 | 756,07 | 756,45 | 756,53 | 756,26 |
| Température moyenne des maxima et minima de la salle méridienne | | | | | | | | 0°,0 |
| » » du jardin | | | | | | | | —0,1 |
| Thermomètre à mercure (salle méridienne) | —1°,20 | —0°,92 | 0°,63 | 1°,15 | 0°,31 | 0°,00 | —0°,45 | —0,19 |
| » (jardin), $t$ | —1,34 | —0,86 | 0,85 | 1,13 | 0,13 | —0,15 | —0,58 | —0,19 |
| Thermomètre à alcool incolore (jardin) | —1,37 | —0,77 | 1,00 | 0,95 | 0,12 | —0,24 | —0,60 | —0,15 |
| Thermomètre électrique ($13^m$,7) | —1,68 | —1,13 | 0,52 | 0,85 | —0,02 | —0,50 | —0,87 | —0,49 |
| » ($33^m$,0) | » | » | » | » | » | » | » | » |
| Thermomètre noir dans le vide, T | —0,87 | 1,34 | 5,80 | 2,53 | —0,28 | —0,55 | —0,91 | 1,42 |
| Excès (T — $t$) | 0,47 | 2,20 | 4,95 | 1,40 | —0,41 | —0,40 | —0,33 | 1,61 |
| Température moyenne T′ déduite des observations diurnes 9 h. M., midi, 3 h. et 6 h. S. | | | | | | | | 2,35 |
| Température moyenne (T′ — $t'$) | » | | » | | » | | | 2,04 |
| Thermomètre de Leslie | 0,56 | 1,80 | 3,07 | 0,96 | 0,00 | " | " | (1,46) |
| Température du sol à $0^m$,02 | 1,55 | 1,55 | 1,89 | 1,99 | 1,82 | 1,73 | 1,61 | 1,69 |
| » $0^m$,10 | 2,03 | 2,01 | 2,09 | 2,23 | 2,26 | 2,19 | 2,14 | 2,11 |
| » $0^m$,30 | 3,13 | 3,14 | 3,13 | 3,12 | 3,13 | 3,15 | 3,16 | 3,14 |
| Tension de la vapeur en millimètres | 4,26 | 4,36 | 4,79 | 4,76 | 4,44 | 4,39 | 4,42 | 4,49 |
| État hygrométrique en centièmes | 90,4 | 90,6 | 87,7 | 88,0 | 87,4 | 87,8 | 90,4 | 89,1 |
| Inclinaison magnétique 65° + | 44′,37 | 44′,73 | 44′,49 | 44′,70 | 44′,74 | 44′,57 | 44′,58 | 44′,59 |
| Déclinaison magnétique 17° + | 38,03 | 37,93 | 41,77 | 41,79 | 39,53 | 36,65 | 36,48 | 38,21 |